

Ce document est à usage exclusif et non collectif des clients Normes en ligne.
Toute mise en réseau, reproduction et rediffusion, sous quelque forme que ce soit,
même partielle, sont strictement interdites.

This document is intended for the exclusive and non collective use of AFNOR Webshop
(Standards on line) customers. All network exploitation, reproduction and re-dissemination,
even partial, whatever the form (hardcopy or other media), is strictly prohibited.

Toute reproduction ou représentation
intégrale ou partielle, par quelque
procédé que ce soit, des pages publiées
dans le présent document, faite sans
l'autorisation de l'éditeur est illicite et
constitue une contrefaçon. Seules sont
autorisées, d'une part, les reproductions
strictement réservées à l'usage privé
du copiste et non destinées à une
utilisation collective et, d'autre part,
les analyses et courtes citations
justifiées par le caractère scientifique
ou d'information de l'œuvre dans
laquelle elles sont incorporées (Loi du
1^{er} juillet 1992 – art. L 122-4 et L 122-5,
et Code Pénal art. 425).

Boutique AFNOR

Pour : BEKAERT FRANCE SAS

Code client : 2175300

Commande : N-20060209-147010-TA

le 9/2/2006 - 12:15

Diffusé par



norme européenne

norme française

NF EN 1916
Décembre 2003

Indice de classement : **P 16-345-1**

ICS : 91.100.30 ; 93.030

Tuyaux et pièces complémentaires en béton non armé, béton fibré acier et béton armé

E : Concrete pipes and fittings, unreinforced, steel fibre and reinforced
D : Rohre und Formstücke aus Beton, Stahlfaserbeton und Stahlbeton

Norme française homologuée

par décision du Directeur Général d'AFNOR le 5 novembre 2003 pour prendre effet le 5 décembre 2003.

Est destinée à remplacer, avec la norme NF P 16-345-2, les normes homologuées NF P 16-341, de novembre 1990 et NF P 16-401, de mars 1947 (voir Avant-propos national).

Sert de base avec la norme NF EN 1917 (P 16-346-1) pour l'attribution de la marque NF-ÉLÉMENTS EN BÉTON POUR RÉSEAUX D'ASSAINISSEMENT SANS PRESSION.

Correspondance

La Norme européenne EN 1916:2002 a le statut d'une norme française.

Analyse

Le présent document fixe les exigences performanciennes et décrit les méthodes d'essai relatives aux tuyaux et pièces complémentaires préfabriqués en béton armé, béton fibré acier et béton armé, à assemblage souples (avec garnitures d'étanchéité intégrées à l'élément ou fournies séparément), dont la dimension nominale ne dépasse pas DN 3200 dans le cas des éléments de section intérieure circulaire ou WN/HN 1400/2100 dans le cas des éléments de section ovoïde, et destinés principalement à véhiculer, dans des canalisations généralement enterrées, des eaux usées, des eaux pluviales et des eaux de surface par écoulement gravitaire ou, occasionnellement, sous faible pression. Les conditions de marquage sont incluses.

Il est complété par la norme NF P 16-345-2 afin d'indiquer l'ensemble des exigences applicables à ces produits.

Descripteurs

Thésaurus International Technique : élément de canalisation, canalisation d'eau, canalisation sous pression, eaux usées, eau pluviale, tuyau d'eau, tube en béton, béton armé, fibre, acier, définition, symbole, exigence, tolérance de dimension, assemblage, garniture d'étanchéité, essai, essai de conformité, résistance mécanique, résistance à l'écrasement, résistance à la flexion, contrôle, étanchéité à l'eau, certification, marquage.

Modifications

Par rapport au document remplacé, reprise de la norme européenne.

Corrections



Produits pour l'assainissement

AFNOR P16F

Membres de la commission de normalisation

Président : M CHANDELLIER — CSTB

Secrétariat : AFNOR

MLLE	ALLONIER	DION DE L'EAU
M	ANZIL	PREFOR SA
M	BENARD	NORFOND GROUPE NORINCO
M	BENEDETTI	EHTP
M	BIALEK	SAINT GOBAIN PAM
M	BREMOND	CEMAGREF
M	CANTIN	SFA SOC FSE D ASSAINISSEMENT
M	CHANDELLIER	CSTB
M	CHINCHOLE	ETEX PLASTICS SERVICES
M	COSTILLE	CGPC — CONSEIL GENERAL PONTS ET CHAUSSEES
M	DEBOIS	SAINT GOBAIN PAM
M	DEGAS	CERIB
M	DELARROQUA	FRANCEAUX
M	DELEIVINGNE	AFNOR
M	DELPONT	SAINT GOBAIN STRADAL
M	DERVILLE	ITT FLYGT SAS
M	DURAND	ALPHACAN SA
M	DUTOIT	TECHNEAU SA
M	DUTRUEL	FIB — FED INDUSTRIE DU BETON
M	EHRHART	SAINT GOBAIN STRADAL
M	FALLU	UIE
M	FAUCON	CERIB
M	FOUILLoux	AESN — AGENCE EAU SEINE NORMANDIE
M	FRANK	STRPVC
M	GAILLOT	SAINT GOBAIN PAM
M	GARDEY DE SOOS	STBFT
M	GAYRARD	BONNA SABLA
M	GENTY	BNPP
M	GERBAULT	
M	GNIAZDOWSKI	EVAC SAED SARL
M	GUETTIER	DION DE L EAU
M	GUIGNARD	UNION DES FONDEURS DU SUD EST
M	HEMERY	BLARD SA
M	HENRY	CERIB
M	JERRAM	SNCF DION INGENIERIE
M	LAINE	FIB — FED INDUSTRIE DU BETON
M	LARY	IFAA
M	LE ROUX	URVOY SA
M	LEBLANC	FIB — FED INDUSTRIE DU BETON
M	LENGLEN	UNCP
MME	LEPRETRE	LES FONDEURS DE FRANCE
M	LIETVEAUX	CTIF
MME	MAQUENNEHAN	AFPR
M	MÜLLER-WILLE	BMI SA C/O PREFAEST
M	NURY	STRPVC
M	ORDITZ	CSTB
M	PECOT	FRANCE TELECOM R&D
MME	PELLETIER	FED NAT SYND ASSAINISSEMENT VANID
M	PEREZ	SIMOP SA
M	PERNIER	DAEI — DION AFF ECO & INTERNAT
M	PERROT-CORNU	SAINT GOBAIN PAM
M	PHILIPPE	COMMUNAUTE URBAINE STRASBOURG
M	ROCHARD	DGCCRF
M	SAROLI	DGEMP — DIREM
MME	SCHREIBER	COLENA SARL
M	SIBUE	SAINT GOBAIN PAM
M	VALLES	CERIB
M	VIAU	ST DIZIER ENVIRONNEMENT
MLLE	VINCENSINI	AFNOR CERTIFICATION
M	WILLIG	SOTRALENTZ SA

Avant-propos national

Conformément à la possibilité offerte par le domaine d'application (tableau 1) et par la note de l'avant-propos, la présente norme est complétée par la norme NF P 16-345-2 afin d'indiquer l'ensemble des exigences applicables à ces produits, pour permettre la réalisation d'ouvrages conformes au Fascicule 70 — Marchés Publics — Cahier des clauses techniques générales — ouvrages d'assainissement.

Le règlement du Comité Européen de Normalisation (CEN) impose que les normes européennes adoptées par ses membres soient transformées en normes nationales au plus tard dans les six mois après leur ratification et que les normes nationales équivalentes ou en contradiction soient annulées.

La présente norme européenne a été adoptée par le CEN le 18 août 2002.

Le CEN a fixé une période de transition durant laquelle les membres du CEN ont l'autorisation de maintenir leurs propres normes nationales adoptées antérieurement.

En conséquence, les normes NF P 16-341, de novembre 1990, et NF P 16-401 de mars 1947 restent en vigueur jusqu'au 23 novembre 2004, date à laquelle elles devront être annulées et où la norme NF EN 1916 (NF P 16-345-1) et son complément national NF P 16-345-2, seront seuls en vigueur.

Modalités d'application

Le fabricant, l'importateur ou le fournisseur qui, pour la vente de ses produits, se réfère à la présente norme ou à un texte qui fait référence à certains de ses articles, doit être en mesure de fournir à son client les éléments propres à justifier que les prescriptions fixées dans cette norme sont respectées.

L'attribution de la marque NF aux produits conformes à la présente norme offre la garantie que ces éléments sont contrôlés par AFNOR CERTIFICATION ou un organisme qu'elle a habilité (certification par tierce partie).

Références aux normes françaises

La correspondance entre les normes mentionnées à l'article «Références normatives» et les normes françaises identiques est la suivante :

EN 681-1	: NF EN 681-1 (indice de classement : T 47-305-1)
EN 10002-1	: NF EN 10002-1 (indice de classement : A 03-001)
EN 4287	: NF EN 4287 (indice de classement : E 05-015)
EN 4288	: NF EN 4288 (indice de classement : E 05-054)

Les autres normes mentionnées à l'article «Références normatives» qui n'ont pas de correspondance dans la collection des normes françaises sont les suivantes (elles peuvent être obtenues auprès d'AFNOR) :

ISO 3384
ISO 4012
ISO 10544

**NORME EUROPÉENNE
EUROPÄISCHE NORM
EUROPEAN STANDARD**

EN 1916

Octobre 2002

ICS : 23.040.50 ; 93.030

Version française

**Tuyaux et pièces complémentaires en béton non armé,
béton fibré acier et béton armé**

Rohre und Formstücke aus Beton,
Stahlfaserbeton und Stahlbeton

Concrete pipes and fittings, unreinforced,
steel fibre and reinforced

La présente norme européenne a été adoptée par le CEN le 18 août 2002.

Les membres du CEN sont tenus de se soumettre au Règlement Intérieur du CEN/CENELEC qui définit les conditions dans lesquelles doit être attribué, sans modification, le statut de norme nationale à la norme européenne.

Les listes mises à jour et les références bibliographiques relatives à ces normes nationales peuvent être obtenues auprès du Secrétariat Central ou auprès des membres du CEN.

La présente norme européenne existe en trois versions officielles (allemand, anglais, français). Une version faite dans une autre langue par traduction sous la responsabilité d'un membre du CEN dans sa langue nationale, et notifiée au Secrétariat Central, a le même statut que les versions officielles.

Les membres du CEN sont les organismes nationaux de normalisation des pays suivants : Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Espagne, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Italie, Luxembourg, Malte, Norvège, Pays-Bas, Portugal, République Tchèque, Royaume-Uni, Slovaquie, Suède et Suisse.

CEN

COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Europäisches Komitee für Normung
European Committee for Standardization

Secrétariat Central : rue de Stassart 36, B-1050 Bruxelles

Sommaire

	Page
Avant-propos	6
1 Domaine d'application	7
2 Références normatives	8
3 Termes, définitions et symboles	8
3.1 Termes et définitions	8
3.2 Symboles	12
4 Exigences générales	16
4.1 Matériaux	16
4.1.1 Généralités	16
4.1.2 Garnitures d'étanchéité	17
4.2 Béton	17
4.2.1 Constituants du béton	17
4.2.2 Qualité du béton	17
4.2.3 Teneur en eau du béton	17
4.2.4 Dosage en ciment	17
4.2.5 Teneur en chlorures	17
4.2.6 Absorption d'eau du béton	18
4.3 Éléments	18
4.3.1 Généralités	18
4.3.2 Aspect de surface	18
4.3.3 Caractéristiques géométriques	18
4.3.4 Assemblages et garnitures d'étanchéité	19
4.3.5 Résistance à l'écrasement	21
4.3.6 Résistance à la flexion longitudinale	21
4.3.7 Étanchéité à l'eau	22
4.3.8 Conditions d'emploi	22
4.3.9 Durabilité	22
5 Exigences particulières	22
5.1 Éléments en béton fibré acier	22
5.1.1 Teneur en fibres d'acier	22
5.1.2 Résistance à l'écrasement	22
5.2 Éléments en béton armé	23
5.2.1 Armatures	23
5.2.2 Enrobage	23
5.2.3 Résistance à l'écrasement	23
5.2.4 Conformité des tuyaux soumis à une charge d'épreuve (fissuration)	23
5.3 Tuyaux de fonçage	23
5.3.1 Assemblages	23
5.3.2 Résistance du béton	24
5.3.3 Enrobage	25
5.3.4 Force de poussée	25
5.4 Tuyaux avec orifice d'entrée	25
6 Méthodes d'essai des produits finis	25
6.1 Généralités	25
6.2 Profils des assemblages	27
6.3 Armatures	27
6.3.1 Position et pourcentage d'armatures	27
6.3.2 Enrobage	27
6.4 Résistance à l'écrasement	27
6.5 Résistance à la flexion longitudinale	27

Sommaire (suite)

	Page
6.6	Étanchéité à l'eau 27
6.7	Absorption d'eau 27
6.8	Résistance du béton des tuyaux de fonçage 27
7	Évaluation de la conformité 28
7.1	Généralités 28
7.2	Modes opératoires d'évaluation des produits 28
7.2.1	Généralités 28
7.2.2	Essais de type initiaux 28
7.2.3	Contrôle de la production en usine 29
7.2.4	Essais complémentaires d'échantillons prélevés en usine 29
7.2.5	Tâches relevant de l'organisme de certification 29
8	Marquage 29
Annexe A	(normative) Méthodes d'essai et de calcul pour les garnitures d'étanchéité 30
A.1	Symboles 30
A.2	Méthodes d'essai 31
A.2.1	Conditions d'application 31
A.2.2	Principe 31
A.2.3	Appareillage 31
A.2.4	Préparation 31
A.2.5	Modes opératoires 31
A.2.6	Expression des résultats 32
A.2.7	Exemples 33
A.3	Méthode de calcul 35
A.3.1	Conditions d'application 35
A.3.2	Bases 36
A.3.3	Exemples 37
Annexe B	(normative) Calculs de résistance mécanique pour le fonçage des tuyaux 41
B.1	Généralités 41
B.2	Symboles 41
B.3	Critères de calcul 42
B.3.1	Principes 42
B.3.2	Cas de l'angulation fermée 43
B.3.3	Cas de l'angulation ouverte 43
B.4	Exemple 45
B.4.1	Hypothèses de calcul 45
B.4.2	Calculs 45
Annexe C	(normative) Méthode d'essai pour la détermination de la résistance à l'écrasement 46
C.1	Principe 46
C.2	Appareillage 46
C.3	Préparation 46
C.4	Mode opératoire 47
C.4.1	Généralités 47
C.4.2	Tuyaux en béton non armé 48
C.4.3	Tuyaux en béton fibré acier 49
C.4.4	Tuyaux en béton armé 49
C.5	Expression des résultats 49
Annexe D	(normative) Méthode d'essai pour la détermination de la résistance à la flexion longitudinale 51
D.1	Principe 51
D.2	Appareillage 51

Sommaire (suite)

	Page
D.3 Mode opératoire	51
D.3.1 Généralités	51
D.3.2 Chargement en quatre points	51
D.3.3 Chargement en trois points	52
D.4 Expression des résultats	53
D.4.1 Chargement en quatre points	53
D.4.2 Chargement en trois points	53
Annexe E (normative) Méthodes d'essai pour la détermination de l'étanchéité à l'eau	54
E.1 Principe	54
E.2 Appareillage	54
E.3 Préparation	54
E.4 Mode opératoire (essai hydrostatique — essais réguliers et essais de type initiaux)	54
E.5 Mode opératoire (essai sur un assemblage)	54
E.5.1 Généralités	54
E.5.2 Étanchéité sous déviation angulaire	55
E.5.3 Étanchéité à l'eau sous cisaillement	55
E.5.4 Étanchéité sous déviation angulaire et cisaillement	56
E.6 Expression des résultats	56
Annexe F (normative) Méthode d'essai pour la mesure de l'absorption d'eau	57
F.1 Principe	57
F.2 Éprouvettes	57
F.3 Appareillage	57
F.4 Mode opératoire	57
F.4.1 Détermination de la masse de l'éprouvette immergée m_1	57
F.4.2 Détermination de la masse de l'éprouvette à l'état sec m_2	57
F.5 Expression des résultats	58
Annexe G (normative) Système d'assurance de la qualité du fabricant	59
G.1 Organisation	59
G.1.1 Responsabilité et autorité	59
G.1.2 Représentant de la direction pour le contrôle de la production en usine	59
G.1.3 Revue de direction	59
G.1.4 Documents de fabrication	59
G.2 Système de contrôle de la production en usine	60
G.3 Contrôles et essais	60
G.3.1 Généralités	60
G.3.2 État des contrôles et des essais	60
G.3.3 Essais	60
G.3.4 Enregistrement des contrôles et des essais	60
G.3.5 Réclamations	60
G.4 Action requise dans le cas de défectueux	61
G.4.1 Résultats non satisfaisants	61
G.4.2 Défectueux	61
G.4.3 Information du client	61
G.5 Manutention, stockage, conditionnement et livraison	61
G.5.1 Généralités	61
G.5.2 Manutention	61
G.5.3 Stockage	61
G.5.4 Conditionnement et marquage	61
G.5.5 Traçabilité	61
G.6 Formation et personnel	61
G.7 Contrôle des matériaux	62

Sommaire (fin)

	Page
G.8 Contrôle du matériel	63
G.9 Maîtrise des procédés	64
G.10 Contrôle du matériel de laboratoire	65
Annexe H (normative) Méthodes d'échantillonnage pour le contrôle des produits finis	66
Annexe I (normative) Méthodes d'échantillonnage pour le contrôle régulier de l'étanchéité à l'eau (élément seul) et de la résistance à l'écrasement	68
I.1 Fréquence des contrôles et interprétation des résultats	68
I.1.1 Fréquence des contrôles	68
I.1.2 Interprétation des résultats	68
I.2 Mise en œuvre des règles de passage d'un niveau de contrôle à un autre	68
I.2.1 Passage du contrôle renforcé au contrôle normal	68
I.2.2 Interruption du contrôle	68
I.2.3 Passage du contrôle normal au contrôle réduit	68
I.2.4 Passage du contrôle réduit au contrôle normal	69
I.2.5 Passage du contrôle normal au contrôle renforcé	69
I.3 Contrôle renforcé, normal et réduit	69
I.3.1 Contrôle renforcé	69
I.3.2 Contrôle normal	69
I.3.3 Contrôle réduit	69
I.3.4 Exemples	70
I.4 Détermination de l'acceptation	72
I.4.1 Contrôle sur la base d'évaluations individuelles	72
I.4.2 Contrôle de la résistance à l'écrasement sur la base d'une évaluation statistique	75
Annexe J (normative) Tâches relevant de l'organisme de certification de produits	77
J.1 Inspection initiale de l'usine et du contrôle de la production en usine	77
J.2 Évaluation et acceptation des essais de type initiaux	77
J.3 Surveillance périodique, évaluation et acceptation du contrôle de la production en usine	77
J.4 Essais par sondages d'échantillons prélevés en usine	78
J.5 Système qualité	78
Annexe K (normative) Mode opératoire pour les tuyaux en béton non armé lorsque la surveillance continue (contrôle régulier) de la résistance à l'écrasement se rapporte essentiellement à la charge minimale d'écrasement	79
Annexe ZA (informative) Articles de la présente Norme européenne concernant les exigences essentielles ou d'autres dispositions des Directives de l'UE	81
ZA.1 Domaine d'application et caractéristiques concernées	81
ZA.2 Procédure(s) d'attestation de conformité des tuyaux et pièces complémentaires préfabriquées en béton	82
ZA.2.1 Système d'attestation de la conformité	82
ZA.2.2 Déclaration de conformité	83
ZA.3 Marquage CE	83
Bibliographie	85

Avant-propos

Le présent document EN 1916:2002 a été élaboré par le Comité Technique CEN/TC 165 «Techniques des eaux résiduaires», dont le secrétariat est tenu par DIN.

Elle constitue un ensemble de normes avec l'EN 1917, Regards de visite et boîtes de branchement ou d'inspection en béton non armé, béton fibré acier et béton armé.

Cette Norme européenne devra recevoir le statut de norme nationale, soit par publication d'un texte identique, soit par entérinement, au plus tard en avril 2003, et toutes les normes nationales en contradiction devront être retirées au plus tard en octobre 2004.

Le présent document a été élaboré dans le cadre d'un mandat donné au CEN par la Commission Européenne et l'Association Européenne de Libre Échange et vient à l'appui des exigences essentielles de la (de) Directive(s) UE.

Pour la relation avec la (les) Directive(s) UE, voir l'annexe ZA, informative, qui fait partie intégrante du présent document.

La présente norme européenne inclut onze annexes normatives et une annexe informative. Les annexes A, B, C, D, E, F, G, H, I, J et K sont normatives et l'annexe ZA est informative.

Lorsque le texte de la présente Norme européenne a été approuvé, un accord complet n'a pu être obtenu sur l'ensemble des prescriptions correspondant aux spécifications nationales existantes dans les pays-membres du CEN de sorte que ce texte ne comporte que celles des prescriptions — avec les méthodes d'essai associées — pour lesquelles un consensus a pu être obtenu. Le consensus a été atteint en ce qui concerne les prescriptions relatives au contrôle de la qualité.

NOTE À l'heure actuelle, pour la spécification des produits, des prescriptions complémentaires (c'est-à-dire non contradictoires) situées hors du domaine d'application de la présente norme européenne (voir Tableau 1) — de même que les méthodes d'essai associées — sont nécessaires aux niveaux nationaux. Afin de ne pas entraver les échanges commerciaux, il convient que toute injonction à se conformer aux prescriptions complémentaires soit systématiquement complétée par l'introduction des termes «ou équivalent» à la suite de ces exigences.

Selon le Règlement Intérieur du CEN/CENELEC, les instituts de normalisation nationaux des pays suivants sont tenus de mettre cette Norme européenne en application : Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Espagne, Finlande, France, Grèce, Irlande, Islande, Italie, Luxembourg, Malte, Norvège, Pays-Bas, Portugal, République Tchèque, Royaume-Uni, Suède et Suisse.

1 Domaine d'application

La présente norme européenne spécifie les exigences performanciennes définies au Tableau 1 et décrit les méthodes d'essai relatives aux tuyaux et pièces complémentaires préfabriqués en béton non armé, béton fibré acier et béton armé, à assemblages souples (avec garnitures d'étanchéité intégrées à l'élément ou fournies séparément), dont la dimension nominale ne dépasse pas DN 1750 dans le cas des éléments de section intérieure circulaire ou WN/HN 1200/1800 dans le cas des éléments de section ovoïde, et destinés principalement à véhiculer, dans des canalisations généralement enterrées, des eaux usées, des eaux pluviales et des eaux de surface par écoulement gravitaire ou, occasionnellement, sous faible pression.

Elle précise l'évaluation de la conformité des éléments à la présente norme européenne.

Les conditions de marquage sont incluses.

Tableau 1 — Caractéristiques spécifiées et exclusions

Caractéristique	Exclusions
Matériaux	Spécifications de référence dans le cas où les normes européennes correspondantes n'ont pas encore été publiées.
Béton	Nature et valeur(s) du dosage minimal en ciment plus additions pouzzolaniques ou hydrauliques, quelles qu'elles soient, selon les conditions d'emploi du produit.
Aspect de surface	Limitation de la taille des irrégularités de surface.
Caractéristiques géométriques	— dimensions nominales ; — dimensions intérieures et tolérances ; — tolérances sur l'épaisseur de paroi ; — tolérances sur la longueur intérieure du fût ; — écart de rectitude et écart d'équerrage des abouts.
Assemblages et garnitures	— Le choix d'une méthode dans la liste figurant en 4.3.4.2 pour démontrer la durabilité des assemblages — dispositions relatives à l'interchangeabilité ; — prescriptions relatives aux essais complémentaires lorsque l'étanchéité à l'eau d'un assemblage dépend de la pression interne.
Résistance à l'écrasement	Classes de résistance spécifiques et charges minimales correspondantes.
Résistance à la flexion longitudinale	Néant.
Étanchéité à l'eau	Néant.
Prescriptions particulières pour les tuyaux en béton fibré acier et en béton armé, pour les tuyaux de fonçage et les tuyaux avec branchement	— classe de résistance dépassant la classe 165 pour les éléments en béton fibré acier et en béton armé ; — valeur(s) de l'enrobage minimal pour les éléments en béton armé ; — valeurs limites pour l'espacement des armatures ; — rapport entre les cages d'armatures internes et externes ; — prescriptions relatives aux essais des soudures des cages d'armatures ; — tolérances sur le diamètre extérieur des tuyaux de fonçage ; — manchettes pour tuyaux de fonçage fabriqués à partir de matériaux autres que les tôles d'aciers de construction soudables, d'acier inoxydable ou de plastique armé.

(à suivre)

Tableau 1 — Caractéristiques spécifiées et exclusions (fin)

Caractéristique	Exclusions
Marquage	<ul style="list-style-type: none"> — symboles ou lettres identifiant le matériau constitutif de l'élément ; — symboles ou lettres identifiant les conditions d'emploi du produit autres que les conditions normales indiquées en 4.3.8.
<p>NOTE Les dispositions relatives aux points suivants sont également hors du domaine d'application de la présente norme européenne :</p> <ul style="list-style-type: none"> — éléments de dimension nominale supérieure à DN 1750 ou WN/HN 1200/1800 ; — éléments avec une section intérieure autre que circulaire ou ovoïde ; — dispositifs de levage ; — résistance au nettoyage à haute pression ; — conditions autres que celles spécifiées ; — tout contrôle de réception par, ou pour le compte, de l'acheteur. 	

2 Références normatives

Cette Norme européenne comporte par référence datée ou non datée des dispositions d'autres publications. Ces références normatives sont citées aux endroits appropriés dans le texte et les publications sont énumérées ci-après. Pour les références datées, les amendements ou révisions ultérieurs de l'une quelconque de ces publications ne s'appliquent à cette Norme européenne que s'ils y ont été incorporés par amendement ou révision. Pour les références non datées, la dernière édition de la publication à laquelle il est fait référence s'applique (y compris les amendements).

EN 681-1, *Garnitures d'étanchéité en caoutchouc — Spécification des matériaux pour garnitures d'étanchéité pour joints de canalisations utilisées dans le domaine de l'eau et de l'évacuation — Partie 1 : Caoutchouc vulcanisé.*

EN 10002-1, *Matériaux métalliques — Essais de traction — Partie 1 : Méthode d'essai à température ambiante.*

EN ISO 4287, *Spécification géométrique des produits (GPS) — État de surface : méthode du profil — Termes, définitions et paramètres d'état de surface (ISO 4287:1997).*

EN ISO 4288, *Spécification géométrique des produits (GPS) — État de surface : méthode du profil — Règles et procédures pour l'évaluation de l'état de surface (ISO 4288:1996).*

ISO 3384, *Caoutchouc vulcanisé ou thermoplastique — Détermination de la relaxation de contrainte en compression à température ambiante et aux températures élevées.*

ISO 4012 — NF EN 12390-3, *Béton — Détermination de la résistance à la compression des éprouvettes.*

ISO 10544, *Fils en acier à béton transformés à froid pour armatures passives et la fabrication des treillis soudés.*

3 Termes, définitions et symboles

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente norme, les termes et définitions suivantes s'appliquent.

3.1.1

tuyau

élément creux préfabriqué en béton, de section intérieure uniforme sur toute la longueur du fût, excepté à proximité de la zone d'assemblage, fabriqué avec ou sans embase. Les assemblages sont préformés sous forme d'abouts mâle et femelle et comportent une ou plusieurs garnitures d'étanchéité

3.1.2**tuyau en béton non armé**

tuyau ne contenant aucune armature ou fibre d'acier servant au renforcement

3.1.3**tuyau en béton fibré acier**

tuyau dont la résistance structurelle est accrue par des fibres d'acier

3.1.4**tuyau en béton armé**

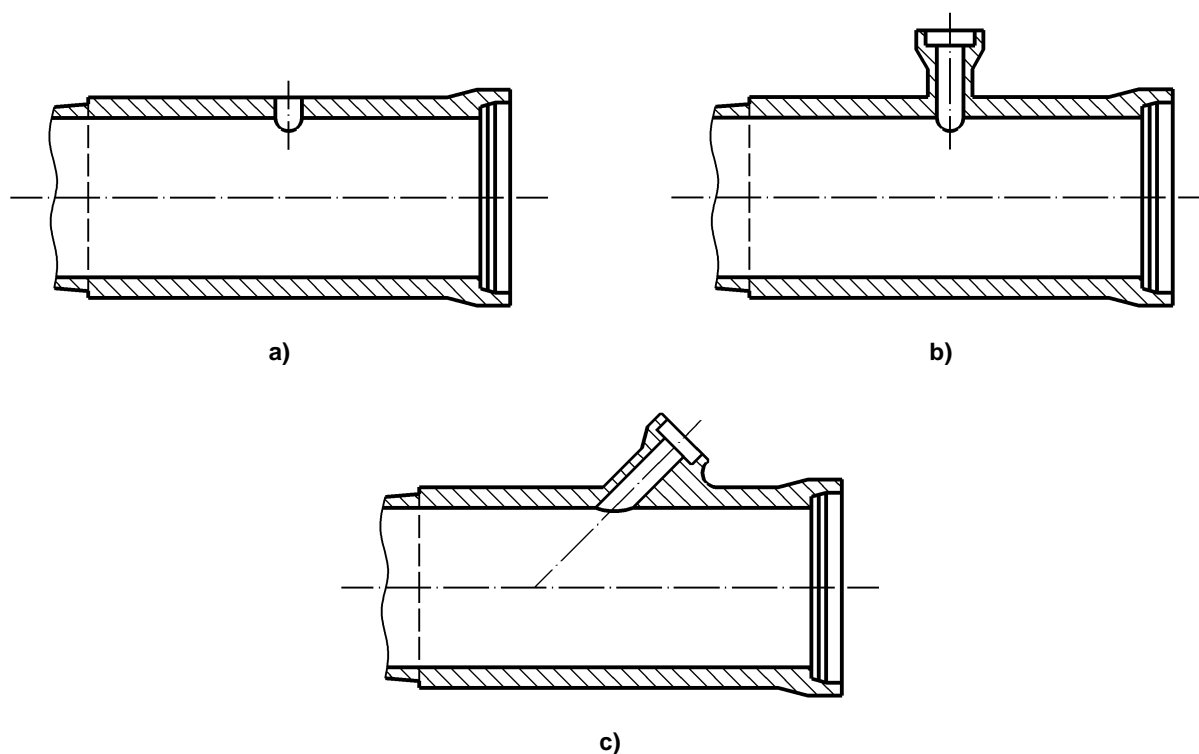
tuyau dont la résistance structurelle est renforcée par des armatures constituées d'une ou plusieurs cages d'acier, convenablement placées pour résister aux contraintes de traction dans la paroi du tuyau

3.1.5**tuyau de fonçage**

tuyau en béton armé ou non, ou en béton fibré acier, comportant un assemblage souple contenu dans l'épaisseur de la paroi, du type à mi-épaisseur ou en extrémité avec manchette et destiné au fonçage

3.1.6**tuyau avec orifice d'entrée**

tuyau tel qu'illustré à la Figure 1a, avec un ou plusieurs orifices d'entrée réalisés pendant ou après la fabrication du tuyau

**Légende**

- a) Exemple de tuyau avec orifice d'entrée
- b) Exemple de tuyau avec branchement à angle droit
- c) Exemple de tuyau avec branchement oblique

NOTE Des exemples d'assemblages autres que ceux illustrés sont disponibles.

Figure 1 — Tuyaux avec branchement et tuyaux avec orifice d'entrée

3.1.7
tuyau circulaire
tuyau dont la section du fût perpendiculairement à l'axe longitudinal est décrite par deux cercles concentriques

3.1.8
pièce complémentaire
adaptateur, coude, tuyau de raccordement, tuyau avec branchement ou élément de réduction

3.1.9
adaptateur
pièce complémentaire assurant le raccordement aux ouvrages, aux tuyaux constitués d'autres matériaux ou aux vannes

3.1.10
coude
pièce complémentaire assurant le changement de direction du tracé de la canalisation

3.1.11
tuyau de raccordement
court tronçon de tuyau à about mâle, femelle, ou franc

3.1.12
tuyau avec branchement
élément tel que ceux illustrés Figures 1b et 1c

3.1.13
élément de réduction
pièce spéciale dont la section intérieure diminue le long du fût

3.1.14
élément
tuyau ou pièce complémentaire

3.1.15
type
éléments fabriqués selon un même procédé, de même section transversale et constitués du même matériau (béton non armé, béton fibré acier ou béton armé)

3.1.16
dimension nominale
désignation numérique de la dimension d'un élément par un nombre entier adéquat approximativement égal à la ou les dimensions de fabrication, en millimètres ; dans le cas d'un élément de forme circulaire, la dimension nominale est donnée par le diamètre intérieur (DN), pour les éléments dont la section intérieure est ovoïde, la dimension nominale (WN/HN) est donnée par la largeur/hauteur intérieure

3.1.17
longueur intérieure du fût
longueur entre le fond de l'about femelle et l'extrémité de l'about mâle d'un élément, comme indiqué sur la Figure 2

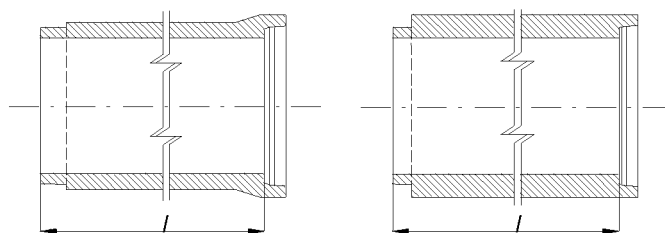


Figure 2 — Longueur intérieure du fût

3.1.18

garniture d'étanchéité intégrée

étanchéité incorporée dans l'élément au cours de la fabrication

3.1.19

classe de résistance

charge minimale à l'essai d'écrasement, en kilonewtons par mètre, divisée par un millième de la dimension nominale (DN) ou de la largeur nominale (WN) de l'élément

3.1.20

charge minimale à l'essai d'écrasement

charge à laquelle un élément doit résister

3.1.21

charge ultime (rupture)

charge maximale atteinte par la machine d'essai au cours d'un essai d'écrasement (c'est-à-dire lorsque le dispositif d'enregistrement de la charge ne fait plus apparaître d'accroissement de celle-ci)

3.1.22

charge d'épreuve

charge à laquelle un élément en béton fibré acier ou en béton armé doit résister, la fissuration étant limitée à une valeur définie

3.1.23

enrobage

épaisseur réelle de béton protégeant une armature quelconque

3.1.24

valeur caractéristique

valeur d'une caractéristique en dessous de laquelle, avec un niveau de confiance de 75 %, 5 % de la population de tous les résultats de mesure possibles peuvent se situer pour le matériau spécifié

NOTE L'ISO 12491 recommande un niveau de confiance de 75 %.

3.1.25

contrôle

processus de comparaison d'un élément aux prescriptions applicables, par mesurage, examen, essais, calibrage ou autre méthode

3.1.26

surveillance continue

contrôle par échantillonnage à intervalles prescrits de manière à déterminer l'acceptabilité des produits représentés par les échantillons

3.1.27

contrôle régulier

surveillance continue selon un plan d'échantillonnage fixant le nombre d'éléments à prélever pour un procédé spécifique dont on estime qu'il est et demeure sous maîtrise, ainsi que les critères d'acceptation associés

3.1.28

échantillon

un ou plusieurs élément(s) prélevé(s) de façon aléatoire sans tenir compte de leur qualité

3.1.29

groupe

ensemble d'éléments clairement identifiable, fabriqués selon le même procédé ; des éléments de dimension nominale différente peuvent être regroupés, à condition que le rapport de la plus grande à la plus petite dimension nominale soit inférieur ou égal à 2

3.1.30**procédé spécifique**

fabrication d'éléments de même dimension nominale, classe de résistance et type, essentiellement dans les mêmes conditions sur une période quelconque

3.1.31**état de maîtrise statistique**

état dans lequel les variations des résultats d'échantillonnage observés peuvent être attribués à un ensemble de causes fortuites qui ne semble pas évoluer avec le temps

3.1.32**règles de passage d'un niveau de contrôle à un autre**

règles régissant la décision d'augmenter ou de diminuer la sévérité du contrôle

3.2 Symboles

Le Tableau 2 donne la signification des symboles, les unités et les références utilisés dans la présente norme européenne.

Tableau 2 — Symboles

Symbole	Signification	Unités	Référence
A_c	surface comprimée de la tranche d'assemblage	mètre carré	B.2, B.3.1, B.3.2, B.3.3, B.4.2
A_w	coefficient d'absorption d'eau par immersion	pourcent	F.5
a_l	longueur du bras de levier	mètre	D.3.2, D.4.1
a_s	distance entre la charge de cisaillement complémentaire et le centre de la garniture d'étanchéité	mètre	E.5.3
b_t	largeur comprimée effective	millimètre	4.3.4, A.1, A.2.5, A.2.6, A.2.7, A.3.2, A.3.3
C	constante égale à 0,013	kilonewton par mètre	4.3.6
d_e	diamètre extérieur à l'assemblage	mètre	B.2, B.3.1, B.3.3, B.4.1, B.4.2
d'_e	diamètre à l'extrémité de l'about mâle dans un assemblage à mi-épaisseur	mètre	B.3.1
d_i	diamètre intérieur à l'assemblage	mètre	B.2, B.3.1, B.3.3, B.4.1, B.4.2
d'_i	diamètre de la base de l'about mâle dans un assemblage à mi-épaisseur	mètre	B.3.1
d_{so}	diamètre intérieur nominal de l'about femelle	millimètre	4.3.4, A.1, A.2.5, A.2.7, A.3.2, A.3.3
d_{sos}	diamètre intérieur nominal de l'about femelle au niveau de la butée d'arrêt de cisaillement	millimètre	A.1, A.3.2, A.3.3
d_{sp}	diamètre extérieur nominal de l'about mâle	millimètre	4.3.4, A.1, A.2.5, A.2.7, A.3.2, A.3.3
d_{sps}	diamètre extérieur nominal de l'about mâle au niveau de la butée d'arrêt de cisaillement	millimètre	A.1, A.3.2, A.3.3

(à suivre)

Tableau 2 — Symboles (suite)

Symbole	Signification	Unités	Référence
E	module d'élasticité	mégapascal	A.1, A.3.2, A.3.3
e	coefficient de réduction de la charge (excentricité)	—	B.2, B.3.3, B.4.2
F	effort de serrage mesuré	newton	A.1, A.2.5, A.2.6, A.2.7
F	force de poussée appliquée sur le chantier	méganewton	B.2, B.4.2
F_a	résultat d'essai effectif (essai d'écrasement)	kilonewton par mètre	C.5, I.3.2, I.4.1
F_c	charge d'épreuve	kilonewton par mètre	5.2.3, C.1, C.4.4, I.3.2, I.3.4, I.4.1
F_{cj}	force de poussée maximale admissible dans le cas d'une angulation fermée	méganewton	B.2, B.3.1, B.3.2, B.3.3, B.4.2
F_d	charge unitaire répartie supposée résulter de l'application d'une charge de cisaillement spécifique	newton par millimètre	A.1, A.2.5, A.2.7
F_e	effort de serrage par unité de longueur	newton par millimètre	A.1, A.3.2, A.3.3
F_j	force de poussée théorique admissible	méganewton	5.3.4, B.2, B.3.1, B.3.2, B.4.1, B.4.2
$F_{j \max}$	force de poussée théorique admissible maximale	méganewton	B.2, B.3.1, B.3.2, B.4.1, B.4.2
F_{oj}	force de poussée maximale admissible dans le cas d'une angulation ouverte	méganewton	B.2, B.3.1, B.3.3, B.4.2
F_n	charge minimale à l'essai d'écrasement	kilonewton par mètre	4.3.5, 5.1.2, 5.2.3, C.1, C.4.4, I.1.1, I.3.2, I.4.1, I.4.2, K
F_s	charge de cisaillement	kilonewton	4.3.4, A.1, A.2.5, A.2.7, E.5.3, E.5.4
F_u	charge ultime (rupture)	kilonewton par mètre	5.1.2, C.1, C.4, I.1.1, I.3.2, I.3.4, I.4.1, I.4.2, K
f	pression moyenne appliquée à l'éprouvette	mégapascal	4.3.4, A.1, A.2.6, A.2.7, A.3.2, A.3.3
f_{bt}	résistance à la traction et à la flexion du béton	mégapascal	K
f_{ch}	résistance caractéristique à la traction et à la flexion du béton	mégapascal	K
f_{ck}	valeur caractéristique de la résistance à la compression du béton	mégapascal	5.3.2, B.2, B.3.1, B.3.2, B.3.3, B.4.1, B.4.2
f_{des}	résistance théorique à la traction et à la flexion du béton	mégapascal	K
G	essai par groupe	—	H
h_j	hauteur nominale de la garniture d'étanchéité	millimètre	4.3.4, A.1, A.2.5, A.2.7, A.3.3
h_m	hauteur de la garniture d'étanchéité en place	millimètre	A.1, A.2.5, A.2.7, A.3.2, A.3.3

(à suivre)

Tableau 2 — Symboles (suite)

Symbole	Signification	Unités	Référence
J	essai pour 500 éléments produits par groupe, avec un minimum d'un par mois	—	H
K	facteur combiné de tolérance pour la méthode de calcul	millimètre	A.1, A.3.2, A.3.3
k	constante d'acceptabilité	—	I.4.1, I.4.2, K
k_b	coefficient de conversion pour l'essai d'écrasement	—	C.5
l	longueur intérieure du fût	mètre	3.1, 4.3.6, C.4.1, C.5
l_b	entr'axe des bandes d'appui inférieures	mètre	D.3.3, D.4.2
l_l	distance entre les centres de deux garnitures d'étanchéité consécutives	mètre	E.5.3
l_s	portée entre axes des appuis	mètre	D.3.2, D.4.1
l_t	longueur de l'éprouvette	millimètre	A.1, A.2.6, A.2.7
l_1	longueur de la garniture d'étanchéité avant mise en place	millimètre	A.1, A.2.5, A.2.7, A.3.3
l_2	longueur de la garniture d'étanchéité après mise en place	millimètre	A.1, A.2.5, A.2.7, A.3.3
M	moment (moment fléchissant résistant)	kilonewton par mètre	4.3.6, D.4.1, D.4.2
m_1	masse constante de l'éprouvette immergée	kilogramme	F.4.1, F.5
m_2	masse constante de l'éprouvette à l'état sec	kilogramme	F.4.2, F.5
N	essai par type et dimension nominale	—	H
n	nombre d'échantillons consécutifs	—	I.4.1, I.4.2, K
P	charge d'écrasement mesurée	kilonewton	C.4.1, C.5
P^*	poids propre effectif de l'appui de chargement	kilonewton	C.5
P_b	effort de flexion total appliqué	kilonewton	D.3.2, D.3.3, D.4.1, D.4.2
Q	statistique de qualité	—	I.4.2, K
R	essai dans le cadre de la surveillance continue	—	6.1, C.1
R_a	écart arithmétique moyen de l'état de surface	micromètre	A.1, A.2.3
R_s	charge de cisaillement complémentaire	kilonewton	E.5.3
r	rayon du coude	mètre	4.3.3
r_m	rayon moyen du tuyau	millimètres	K
S	essai par type, dimension nominale et classe de résistance	—	H
s	écart-type estimé	—	I.4.1, I.4.2, K
T	essai de type initial	—	6.1, C.1
t	épaisseur de paroi	millimètres	H, I.3.2

(à suivre)

Tableau 2 — Symboles (fin)

Symbole	Signification	Unités	Référence
t_{act}	épaisseur de paroi moyenne mesurée sur la clé du tuyau	millimètres	K
t_{min}	épaisseur de paroi minimale admise sur la clé du tuyau	millimètres	K
W	essai par type, dimension nominale et épaisseur de paroi	—	H
W_w	poids du tuyau rempli d'eau	kilonewton	E.5.3
x	valeur mesurée	—	I.4.2, K
\bar{x}	moyenne arithmétique de l'échantillon	—	I.4.1, I.4.2, K
Y	essai par type, dimension nominale et classe de résistance, pour 1000 éléments produits, avec un minimum d'un essai par type et par an	—	H
z	partie du diamètre où il y a compression dans le plan de l'assemblage	mètre	B.2, B.3.1, B.3.3, B.4.2
α	angle sous-tendu par un coude	degré	4.3.3
β	angle d'ouverture du support	degré	C.4.1
Δd_{so}	tolérance sur le diamètre intérieur de l'about femelle	millimètre	A.2.5, A.2.7, A.3.2, A.3.3
Δd_{sos}	tolérance sur le diamètre intérieur de l'about femelle au niveau de la butée d'arrêt de cisaillement	millimètre	A.3.2, A.3.3
Δd_{sp}	tolérance sur le diamètre extérieur de l'about mâle	millimètre	A.2.5, A.2.7, A.3.2, A.3.3
Δd_{sps}	tolérance sur le diamètre extérieur de l'about mâle au niveau de la butée d'arrêt de cisaillement	millimètre	A.3.2, A.3.3
Δh_j	tolérance sur la hauteur de la garniture d'étanchéité	millimètre	A.2.5, A.2.7, A.3.2, A.3.3
$\Delta \delta_{min}$	variation de la déformation minimale δ_1 causée par la charge de cisaillement	pour cent	A.1, A.2.5, A.2.7
$\Delta \delta_{max}$	variation de la déformation maximale δ_2 causée par la charge de cisaillement	pour cent	A.1, A.2.5, A.2.7
δ_1	déformation minimale, abstraction faite de la charge de cisaillement	pour cent	4.3.4, A.1, A.2.5, A.2.7, A.3.2
δ_2	déformation maximale, abstraction faite de la charge de cisaillement	pour cent	4.3.4, A.1, A.2.5, A.2.6, A.2.7, A.3.2
δ_{max}	déformation maximale	pour cent	4.3.4, A.1, A.2.5, A.2.6, A.3.2, A.3.3
δ_{min}	déformation minimale	pour cent	A.1, A.2.5, A.2.6, A.2.7, A.3.2, A.3.3
ε	allongement relatif de la garniture d'étanchéité en place	—	A.1, A.2.5, A.2.7, A.3.3
σ	écart-type connu	—	I.4.1, I.4.2

4 Exigences générales

4.1 Matériaux

4.1.1 Généralités

Les matériaux relevant de la présente norme européenne doivent satisfaire aux prescriptions du Tableau 3.

NOTE Lorsque les normes européennes concernées n'ont pas encore été publiées, les spécifications de référence des matériaux nécessitent des prescriptions complémentaires. Celles-ci devraient être constituées de normes nationales ou, en leur absence, de règlements ou autres dispositions en vigueur au lieu d'utilisation des éléments.

Tableau 3 — Matériaux relevant de la présente norme européenne

Matériau	Exigences venant en complément des spécifications de référence
Ciments	Néant.
Granulats	Les granulats ne doivent pas contenir de constituants néfastes en quantités susceptibles de nuire à la prise, au durcissement, à la résistance, à l'étanchéité ou à la durabilité du béton ou de provoquer la corrosion de l'acier. La modification, par le fabricant, des classes granulaires normalisées, pour des raisons de procédé de fabrication, est admise.
Eau de gâchage	L'eau de gâchage ne doit pas contenir de constituants néfastes en quantités susceptibles de nuire à la prise, au durcissement, à la résistance, à l'étanchéité ou à la durabilité du béton ou de provoquer la corrosion de l'acier. ^{a)}
Adjuvants	Les adjuvants, s'ils sont utilisés, ne doivent pas diminuer la durabilité du béton ni provoquer la corrosion de l'acier.
Additions	Les additions, si elles sont utilisées, ne doivent pas contenir de constituants néfastes en quantités susceptibles de nuire à la prise, au durcissement, à la résistance, à l'étanchéité ou à la durabilité du béton ou de provoquer la corrosion de l'acier.
Fibres d'acier	Les fibres d'acier doivent : — être fabriquées à partir de fil d'acier tréfilé écroui de section circulaire et présentant une résistance caractéristique à la traction, déterminée comme indiqué en EN 10002-1, supérieure ou égale à 1 000 MPa (N/mm ²) ; — avoir une forme ou une texture superficielle assurant leur ancrage mécanique dans le béton.
Acier pour béton armé	L'acier pour béton armé doit être soudable lorsqu'un soudage doit être réalisé. Les armatures peuvent être lisses, à empreintes, profilées ou à verrous. Les treillis soudés doivent être produits à partir de ces mêmes matériaux. En l'absence d'autre spécification de référence, l'ISO 10544 doit être utilisée.
Garnitures d'étanchéité	Voir 4.1.2.
Manchettes des tuyaux de fonçage (compris soudage si en acier)	Voir également 5.3.1.2.
a) L'eau potable distribuée par le réseau public convient généralement à la fabrication du béton.	

4.1.2 Garnitures d'étanchéité

Les garnitures d'étanchéité doivent être conformes à la norme EN 681-1 et satisfaire les prescriptions de durabilité définies en 4.3.4. Elles doivent être fournies par le fabricant des tuyaux, intégrées dans l'élément ou séparées.

4.2 Béton

4.2.1 Constituants du béton

Seuls doivent être utilisés des matériaux tels que décrits en 4.1.1.

4.2.2 Qualité du béton

Le béton de chaque élément doit être dense, homogène et satisfaire aux prescriptions de 4.2.3, 4.2.4 et 4.2.6.

4.2.3 Teneur en eau du béton

4.2.3.1 Généralités

La composition du béton doit être telle que, pour le béton parfaitement compacté, le rapport de l'eau au total «ciment plus additions pouzzolaniques ou hydrauliques quelles qu'elles soient» soit compatible avec les conditions d'emploi définies en 4.3.8.

4.2.3.2 Valeur prescrite du rapport eau/ciment

Le rapport de l'eau au ciment plus additions pouzzolaniques ou hydrauliques, quelles qu'elles soient, ne doit pas dépasser 0,45 pour le béton parfaitement compacté.

4.2.4 Dosage en ciment

La composition du béton doit être telle que, pour le béton parfaitement compacté, la valeur minimale du dosage en ciment plus additions pouzzolaniques ou hydrauliques, quelles qu'elles soient, soit compatible avec les conditions d'emploi définies en 4.3.8.

4.2.5 Teneur en chlorures

4.2.5.1 Généralités

La quantité maximale d'ions chlorure dans le béton doit être évaluée par le calcul.

4.2.5.2 Valeur prescrite de la teneur en chlorures

La valeur calculée de la teneur en ions chlorure du béton ne doit pas dépasser les valeurs données au Tableau 4.

Tableau 4 — Teneur maximale en chlorures du béton

Type de béton	Ion Cl ⁻ rapporté à la masse de ciment
Béton non armé	1,0 %
Béton fibré acier	0,4 %
Béton armé	0,4 %

4.2.6 Absorption d'eau du béton

4.2.6.1 Généralités

L'absorption d'eau du béton doit être déterminée conformément à 6.7.

4.2.6.2 Valeur prescrite de l'absorption d'eau

L'absorption d'eau du béton ne doit pas excéder 6 % en masse.

4.3 Éléments

4.3.1 Généralités

Les éléments doivent, à la date de la livraison, satisfaire aux exigences indiquées ci-après.

4.3.2 Aspect de surface

Les portées des assemblages doivent être exemptes d'irrégularités qui empêcheraient la réalisation d'un assemblage durablement étanche.

Le faïençage de la couche riche en ciment, les microfissures dues au retrait ou à la température, jusqu'à une ouverture maximale en surface de 0,15 mm et, pour les éléments en béton armé, les fissures résiduelles dues aux essais, avec une même ouverture maximale en surface, sont admis. À la discrétion du fabricant, il est permis, avant de mesurer l'ouverture des fissures, d'humidifier l'élément pendant une durée allant au maximum jusqu'à 28 h.

Les éléments présentant des fissures autres que celles décrites ci-dessus ne sont pas conformes à la présente Norme européenne.

Après traitement final, toutes les exigences de la présente Norme européenne doivent être satisfaites.

4.3.3 Caractéristiques géométriques

4.3.3.1 Longueur intérieure du fût

La longueur intérieure du fût doit être conforme à la longueur stipulée dans les documents de fabrication.

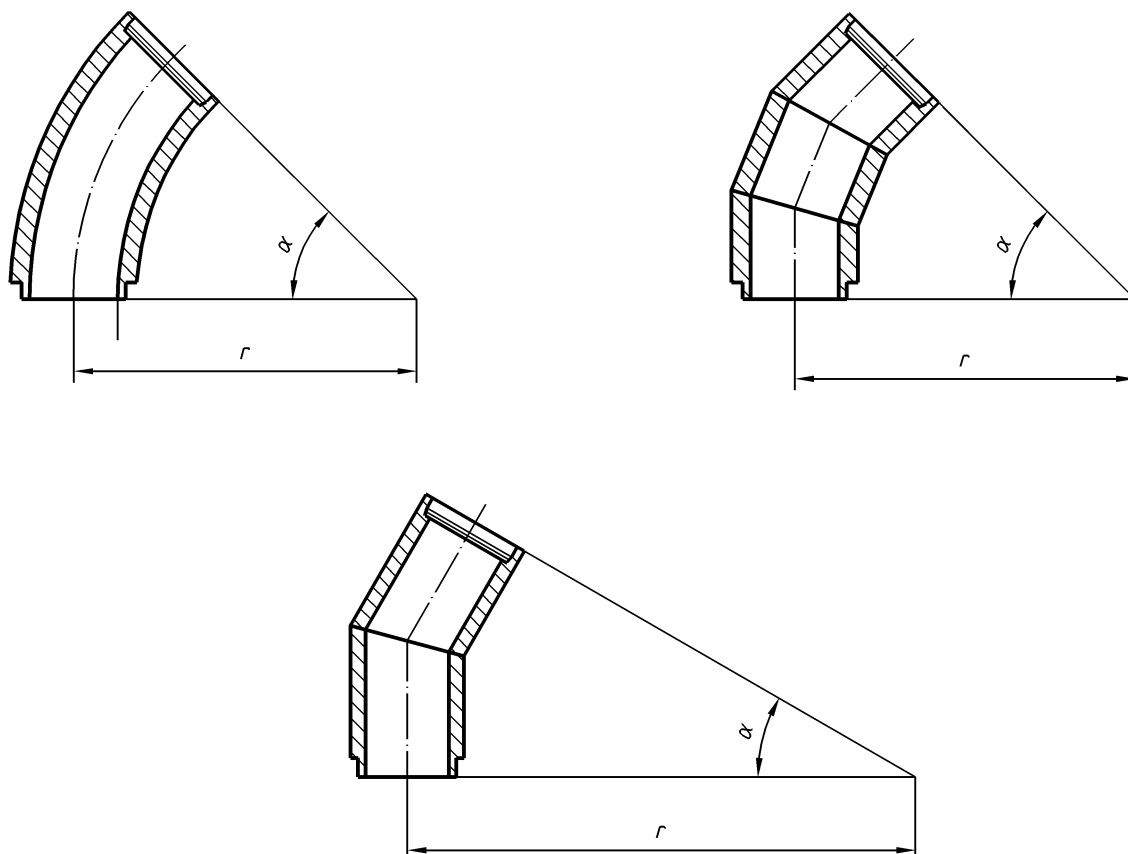
À moins de satisfaire aux exigences de 4.3.6, la longueur intérieure du fût des tuyaux circulaires de diamètre nominal inférieur ou égal à DN 250 ne doit pas dépasser six fois le diamètre extérieur.

4.3.3.2 Tolérances sur les assemblages

Le profil de l'assemblage doit être conforme aux dimensions théoriques, aux tolérances près, stipulées dans les documents de fabrication. Les tolérances déclarées pour chaque profil d'assemblage et les tolérances maximales admissibles sur la (les) garniture(s) d'étanchéité telles que déclarées dans les documents de fabrication (qui ne doivent pas être supérieures à celles stipulées par l'EN 681-1) doivent être prises en compte lors du calcul de la déformation relative de la (des) garniture(s) d'étanchéité comme indiqué en 4.3.4. L'effet de toute autre tolérance dimensionnelle affectant le fonctionnement de l'assemblage doit être pris en compte de manière adéquate.

4.3.3.3 Coudes

Les coudes doivent être réalisés comme illustré à titre d'exemple Figure 3, soit moulés d'une pièce ou constitués de tronçons de tuyaux conformes à la présente norme européenne et assemblés par du béton ou un mortier spécial.



NOTE Les illustrations montrent des assemblages à mi-épaisseur. Les coudes sont également disponibles avec collet et about mâle.

Figure 3 — Exemples de coudes

4.3.4 Assemblages et garnitures d'étanchéité

4.3.4.1 Généralités

Un assemblage doit comprendre un about mâle, un about femelle (dans l'épaisseur de la paroi, comme décrit en 5.3.1, ou non) et une (des) garniture(s) d'étanchéité comme décrit dans les documents de fabrication ; il doit être étanche à l'eau conformément à 4.3.7 et il doit avoir été démontré qu'il satisfait, selon le cas, aux critères ci-après pour la combinaison la plus défavorable de tolérances possibles.

Une fois emboîté, un assemblage doit résister aux forces résultant de la compression de la (des) garniture(s) d'étanchéité ainsi qu'à une pression hydrostatique interne telle qu'indiquée en E.5.

Les branchements ou les orifices d'entrée doivent comporter des garnitures d'étanchéité satisfaisant à la spécification relative à l'élément raccordé.

4.3.4.2 Durabilité des assemblages

4.3.4.2.1 Généralités

Un assemblage doit s'avérer conforme aux critères de l'une des méthodes suivantes, en prenant en compte la combinaison la plus défavorable des tolérances admises. Les méthodes 1, 2 et 3 tiennent également compte de la charge de cisaillement F_s , la méthode 4 n'en tient pas compte.

NOTE 1 Les méthodes 1, 2 et 3 sont considérées équivalentes.

NOTE 2 La méthode 4 ne convient que lorsque les conditions du sol et de la mise en oeuvre sont réputées telles que l'assemblage peut en toute sécurité être dimensionné sans prendre en compte la charge de cisaillement. Dans un contexte européen, ce type de condition est probablement rare.

Méthode 1

La valeur minimale de la largeur de contact b_t sur laquelle l'étanchéité est effective dans un assemblage emboîté, la pression moyenne f en n'importe quelle zone de la garniture intervenant dans la fonction d'étanchéité et la déformation maximale δ_{\max} doivent être évaluées conformément à l'annexe A. La partie de la garniture impliquée dans la fonction d'étanchéité doit être indiquée dans les documents de fabrication.

Méthode 2

- a) la déformation maximale δ_{\max} de la garniture d'étanchéité (intégrée ou non) dans un assemblage emboîté doit être évaluée conformément à l'annexe A. La zone de la garniture d'étanchéité impliquée dans la fonction d'étanchéité doit être déclarée dans les documents de fabrication ;
- b) l'essai de routine de l'étanchéité à l'eau doit être tel que spécifié en E.5.4.

Méthode 3

En sus de l'essai de l'assemblage indiqué en E.5, un essai conforme à E.5.3 doit être réalisé, puis, immédiatement après :

- la pression hydrostatique interne doit être réduite à zéro ;
- à la discrétion du fabricant, l'eau de remplissage doit être vidée ;
- la charge de cisaillement F_s doit continuer à être appliquée durant une période de trois mois après avoir, en premier lieu, effectué tous les réglages du dispositif de charge, conformément à la Figure E.1, consécutifs à la vidange de l'eau de remplissage ;
- une pression hydrostatique interne doit être appliquée à nouveau conformément à E.5.3 (après remplissage de l'élément si nécessaire et en veillant à ce que les dispositifs de charge soient conformes à la Figure E.1) et maintenue pendant une période de 15 min au cours de laquelle la conformité de l'assemblage à 4.3.7 doit être vérifiée avant que la pression interne ne soit ramenée à zéro ;
- un enregistrement doit être effectué indiquant si l'assemblage était conforme à l'exigence spécifiée.

Lorsque des tuyaux sont de dimensions nominales différentes mais ont des profils d'assemblage identiques, un essai complémentaire comme ci-dessus pour la dimension la plus grande doit être accepté comme représentatif de toutes les dimensions.

Méthode 4

Pour un assemblage emboîté, les valeurs suivantes doivent être calculées conformément à A.3 :

- la déformation minimale δ_1 de la garniture d'étanchéité ;
- la déformation maximale δ_2 de la garniture d'étanchéité ;
- la largeur comprimée minimale b_t sur laquelle l'étanchéité est effective.

4.3.4.2.2 Critères limites

Méthode 1

Lorsqu'un assemblage satisfaisant les exigences de 4.3.2 relatives à l'état de surface des profils de l'assemblage est emboîté, la garniture d'étanchéité doit porter sur une largeur effective b_t d'au moins 50 % de l'espace annulaire nominal et la pression moyenne f en n'importe quelle zone de la garniture d'étanchéité intervenant dans la fonction d'étanchéité ne doit pas être inférieure à 0,15 MPa (N/mm²). Dans le cas des garnitures d'étanchéité intégrées au béton, la largeur effective et la pression moyenne doivent être évaluées par rapport à la face opposée du profil de l'assemblage, tandis que pour toutes les autres garnitures d'étanchéité, les deux faces doivent être prises en considération. La méthode d'essai est celle spécifiée en A.2.

NOTE 1 La «valeur nominale de l'espace annulaire» est égale à la moitié de la différence entre la valeur nominale du diamètre intérieur d_{so} de l'about femelle et la valeur nominale du diamètre extérieur d_{sp} de l'about mâle.

NOTE 2 Un assemblage doit rester étanche pendant toute la durée de vie qui est la sienne ; une condition importante pour obtenir cela est que les caractéristiques physiques de la garniture en place soient au moins maintenues à des niveaux acceptables ou au-delà. En particulier, la relaxation des contraintes du caoutchouc entraîne une diminution dans le temps des contraintes dans la garniture du fait de la déformation continue, de sorte que la valeur initiale des critères limites a été fixée à un niveau suffisamment élevé pour assurer le maintien de la performance pendant toute la durée de vie de la garniture. En outre, la déformation des garnitures d'étanchéité est limitée à 65 % de leur hauteur initiale, qu'il existe ou non des dispositifs mécaniques pour limiter une telle déformation.

Lorsque les tuyaux ont des dimensions nominales différentes, mais des profils d'assemblage et des garnitures d'étanchéité identiques, un essai selon A.2 effectué pour la plus grande dimension nominale doit être accepté comme représentatif de l'ensemble des dimensions nominales considérées.

Une alternative admise à l'essai d'une portion de garniture d'étanchéité, qui reste à la discrétion du fabricant de tuyaux, consiste à calculer les critères limites précédents pour une garniture d'étanchéité dans un assemblage emboîté comme indiqué en A.3, sous réserve que l'ensemble des conditions ci-après soit satisfait :

- la garniture d'étanchéité a une section transversale circulaire ou une forme convexe autre ;
- elle ne comporte pas d'alvéole (au moins dans la zone concernée par la fonction d'étanchéité) ;
- la garniture d'étanchéité est utilisée dans un assemblage comportant des dispositifs mécaniques limitant les déformations à un maximum de 65 % de la hauteur initiale.

Méthode 2

Lorsqu'un assemblage satisfaisant aux exigences de 4.3.2 relatives à l'état de surface des profils de l'assemblage est emboîté, la déformation maximale δ_{\max} de la garniture d'étanchéité telle qu'évaluée conformément à l'annexe A doit être limitée à 65 % de sa hauteur nominale h_j .

Méthode 4

La garniture d'étanchéité doit avoir une section transversale circulaire ou une section convexe autre et ne pas comporter d'alvéole. Lorsqu'un assemblage satisfaisant les exigences de 4.3.2 relatives à l'état de surface des profils de l'assemblage est emboîté, les critères limites suivants doivent être remplis :

- la déformation minimale δ_1 doit être de 25 % ;
- la déformation maximale δ_2 doit être de 50 % ;
- l'étanchéité doit être effective sur une largeur b_t supérieure ou égale à 5 mm.

Les critères ci-dessus pour une garniture d'étanchéité avec un assemblage emboîté doivent être calculés conformément à A.3

4.3.5 Résistance à l'écrasement

Lors de l'essai défini en 6.4, un tuyau doit résister à la charge minimale à l'essai d'écrasement F_n correspondant à sa dimension nominale et à sa classe de résistance. Pour les tuyaux en béton fibré acier ou en béton armé, voir aussi respectivement 5.1.2 et 5.2.3.

4.3.6 Résistance à la flexion longitudinale

4.3.6.1 Généralités

La résistance à la flexion longitudinale d'un tuyau circulaire de diamètre inférieur ou égal à DN 250 dont la longueur intérieure du fût est supérieure à six fois le diamètre extérieur doit faire l'objet d'un essai conformément à 6.5.

4.3.6.2 Évaluation

La résistance à la flexion longitudinale d'un tuyau ne doit pas être inférieure, lorsqu'elle est mesurée comme indiqué en 4.3.6.1, à celle donnée par la formule suivante :

$$M = C \times DN \times I^2$$

où :

- M est le moment fléchissant longitudinal résistant, en kilonewton mètre ;
- C est une constante égale à 0,013 kilonewton par mètre carré ;
- DN est la dimension nominale, en mètre ;
- I est la longueur intérieure du fût, en mètre.

NOTE Il convient d'effectuer un calcul de résistance mécanique lorsque la canalisation nécessite une résistance supplémentaire de type poutre (canalisation sur poteaux, par exemple).

4.3.7 Étanchéité à l'eau

Lors de l'essai selon 6.6, un tuyau seul ou un assemblage ne doit pas présenter de fuite ou d'autre défaut visible au cours de la période d'essai ; de l'humidité adhérent à la surface ne constitue pas une fuite. Les éléments ayant une épaisseur de paroi théorique supérieure à 125 mm ne doivent pas être soumis à l'essai hydrostatique.

Lorsque la conception des assemblages est la même pour les tuyaux et les pièces complémentaires, les essais avec déviation angulaire et cisaillement (effectués séparément ou de façon combinée) peuvent, à la discrétion du fabricant, être effectués uniquement sur les tuyaux.

4.3.8 Conditions d'emploi

Les éléments conformes à la présente norme européenne conviennent pour une utilisation dans les environnements humides ou les environnements chimiques légèrement agressifs (soit les conditions normales dans le cas d'eaux usées d'origine domestique ou d'effluents industriels traités, et pour la grande majorité des sols et eaux souterraines). Une attention particulière doit être portée si des conditions plus sévères sont prévues, principalement au ciment et à toute addition pouzzolanique ou hydraulique dans le béton.

NOTE La définition d'un «environnement chimique légèrement agressif» est donnée dans les normes nationales relatives au béton.

4.3.9 Durabilité

La durabilité des éléments en place et de leurs assemblages est assurée de manière spécifique par le respect des prescriptions ci-après :

- une valeur maximale du rapport eau/ciment (voir 4.2.3) ;
- une valeur maximale de la teneur en chlorures du béton (voir 4.2.5) ;
- une valeur maximale de l'absorption d'eau du béton (voir 4.2.6) ;
- conformité aux exigences de l'une des quatre méthodes de démonstration de la durabilité des garnitures d'étanchéité (voir 4.3.4.2) ;
- une valeur minimale de l'enrobage dans le cas des éléments en béton armé (voir 5.2.2) ;
- des exigences particulières dans le cas des tuyaux de fonçage (voir 5.3.1.2 et 5.3.3).

5 Exigences particulières

Les éléments doivent, à la date de la livraison, satisfaire aux prescriptions particulières indiquées ci-après.

5.1 Éléments en béton fibré acier

5.1.1 Teneur en fibres d'acier

La quantité de fibres d'acier introduites dans le béton ne doit pas être inférieure à celle spécifiée dans les documents de fabrication.

5.1.2 Résistance à l'écrasement

Un tuyau en béton fibré acier doit satisfaire la série de prescriptions ci-après :

- il doit, pendant une minute et sans laisser apparaître de fissure, résister à une charge d'épreuve de $0,67 F_n$, fonction de sa dimension nominale et de sa classe de résistance ;
- la charge doit être portée à la charge ultime (rupture) F_u , valeur qui doit être supérieure à F_n ;
- une fois la charge redescendue à 95 % ou moins de la charge ultime (rupture), l'élément doit être déchargé, puis la charge réappliquée à $0,67 F_n$ et supportée pendant une minute.

5.2 Éléments en béton armé

5.2.1 Armatures

Les armatures doivent être conformes à 4.1.1 et aux documents de fabrication.

Les armatures des tuyaux doivent correspondre à la charge minimale à l'essai d'écrasement correspondant à leur dimension nominale et à leur classe de résistance. Le pourcentage minimal d'armature, rapporté à la section longitudinale du fût doit être de 0,4 % pour les aciers lisses et de 0,25 % pour les aciers à empreintes, profilés ou à verrous.

On peut utiliser une ou plusieurs cages d'armatures, constituées par des enroulements hélicoïdaux (spires), des cerces concentriques ou fabriquées à partir de treillis soudé, dans tous les cas solidement assemblées.

Les cages d'armatures elliptiques ou d'autres formes non circulaires sont permises. Dans ce cas, un marquage durable indiquant la clé de l'élément et comportant des indications pour localiser l'armature doit être réalisé au moins à l'intérieur de celui-ci.

Les armatures périphériques, de même que les armatures longitudinales (le cas échéant) doivent être assemblées par soudure ou par ligature afin de maîtriser l'espacement entre barres ainsi que la forme de la (des) cage(s) d'armatures. Les armatures périphériques doivent être réparties le long de l'élément, à des intervalles réguliers. La (les) cage(s) d'armatures doit(vent) être maintenue(s) dans la forme prévue.

5.2.2 Enrobage

L'enrobage minimal doit être compatible avec les conditions d'emploi définies en 4.3.8.

5.2.3 Résistance à l'écrasement

En complément aux exigences du 4.3.5, un tuyau en béton armé, dans les conditions d'essai définies en 6.4, doit également résister à une charge d'épreuve (fissuration) F_c de $0,67 F_n$ sans laisser apparaître, à la surface du béton tendu, de fissure stabilisée de plus de 0,3 mm sur une longueur continue de 300 mm ou plus.

5.2.4 Conformité des tuyaux soumis à une charge d'épreuve (fissuration)

Les tuyaux en béton armé soumis uniquement à la charge d'épreuve (charge de fissuration) selon 6.4 et satisfaisant aux spécifications de 5.2.3 sont conformes à la présente norme européenne.

NOTE En raison des conditions précises de mise en œuvre, l'entrepreneur peut décider d'utiliser un tuyau de fonçage en béton armé (voir 5.3) soumis avec succès à un essai d'écrasement à la charge d'épreuve (fissuration) afin de compléter une canalisation réalisée par fonçage.

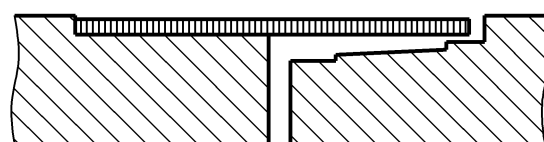
5.3 Tuyaux de fonçage

5.3.1 Assemblages

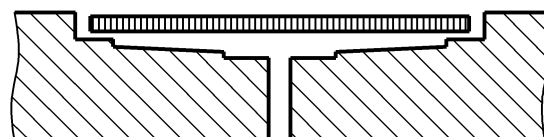
5.3.1.1 Généralités

Les assemblages des tuyaux de fonçage doivent être souples et contenus dans l'épaisseur de la paroi, du type à mi-épaisseur ou à emboîtement sous manchette (voir exemples en Figure 4). Ils doivent être conçus de manière à comporter une ou plusieurs garnitures d'étanchéité. Toutes les surfaces de l'assemblage qui transmettront la charge durant la mise en œuvre doivent être planes et exemptes d'irrégularités qui pourraient provoquer des concentrations de contraintes locales élevées.

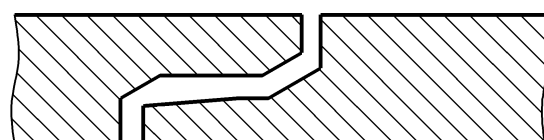
NOTE L'angle calculé à partir de la déviation angulaire (voir E.5.2) n'est pas nécessairement celui qui peut être accepté lors des opérations de fonçage. Une consultation entre poseur et fabricant est recommandée.



a)



b)



c)

Légende

- a) Manchette scellée
- b) Manchette libre
- c) Assemblage à mi-épaisseur

NOTE Les garnitures d'étanchéité ont été omises pour plus de clarté.

Figure 4 — Exemples d'assemblages dans l'épaisseur de la paroi

5.3.1.2 Manchettes

Les manchettes doivent être fabriquées à partir de tôles d'acier de construction soudable, d'acier inoxydable ou de plastique armé.

NOTE Les manchettes en acier de construction soudable peuvent être sujettes à corrosion sous l'action du sol, de la nappe phréatique ou des effluents transportés. Dans le cas d'un risque de corrosion prévu par le prescripteur, il convient que l'assemblage comportant ce type de manchette soit conçu pour permettre la mise en œuvre d'une garniture d'étanchéité secondaire, à installer sur le chantier par le poseur, par exemple un matériau d'étanchéité approprié.

5.3.2 Résistance du béton

5.3.2.1 Généralités

La valeur caractéristique de la résistance à la compression du béton, f_{ck} des tuyaux de fonçage doit être vérifiée par des essais conformément à 6.8. La valeur vérifiée ne doit pas être inférieure à la valeur caractéristique déclarée par le fabricant pour le calcul, telle qu'elle figure sur les documents de fabrication.

5.3.2.2 Valeur prescrite de la résistance

La résistance caractéristique déclarée par le fabricant dans les documents de fabrication ne doit pas être inférieure à 40 MPa (N/mm²).

5.3.3 Enrobage

L'enrobage minimal des tuyaux de fonçage en béton armé, tel qu'il est requis par 5.2.2, doit être augmenté de 5 mm sur les parements extérieurs destinés à être en contact permanent avec le sol.

Il ne doit pas y avoir d'acier dans la couverture béton des tranches d'assemblage transmettant la charge pendant la mise en œuvre.

5.3.4 Force de poussée

La force de poussée pour laquelle chaque tuyau de fonçage a été conçu (force de poussée théorique admissible F_j) doit être déclarée et tenue à disposition par le fabricant. Cette force ne doit pas être supérieure à la force maximale déterminée par un calcul de résistance mécanique conformément à l'annexe B.

La contrainte maximale résultant des paramètres de mise en œuvre adoptés par le fabricant ne doit pas dépasser 60 % de la résistance caractéristique du béton déclarée par lui (voir annexe B).

NOTE La force de poussée théorique admissible déclarée par le fabricant ou calculée conformément à l'annexe B ne tient compte d'aucun des coefficients de sécurité utilisés par le poseur pour tenir compte de la méthode de fonçage, de la déviation des tuyaux, de la nature du sol, des aléas éventuels et de la distribution des contraintes sur la face de poussée (voir Figure B.1).

5.4 Tuyaux avec orifice d'entrée

L'assemblage pour le raccordement à un tuyau avec orifice d'entrée doit être conçu de manière à assurer la conformité à 4.3.7. La surface intérieure de l'orifice d'entrée ne doit pas comporter de bavures.

6 Méthodes d'essai des produits finis

6.1 Généralités

6.2 à 6.8 inclus s'appliquent à l'évaluation de la conformité pour tous les éléments, sauf mention contraire dans le Tableau 5.

Tableau 5 — Récapitulation des prescriptions concernant les essais

Paragraphe	Exigences	Tuyaux		Pièces complémentaires				
		Tuyau	Tuyau de fonçage	Tuyau de raccordement	Tuyau avec orifice d'entrée	Tuyau avec branchement	Elément de réduction, adaptateur	Coude
4.2.6.1	Absorption d'eau	T/R	T/R	T/R ^{a)}	T/R ^{a)}	T/R ^{a)}	T/R ^{a)}	T/R ^{a)}
4.3.2	Contrôle visuel de l'aspect de surface	T/R	T/R	T/R	T/R	T/R	T/R	T/R
4.3.3	Caractéristiques géométriques — éléments — profils des assemblages	T/R	T/R	T/R ^{a)}	T/R ^{a)}	T/R ^{a)}	T/R ^{a)}	T/R ^{a)}
		T/R	T/R	T/R ^{a)}	T/R ^{a)}	T/R ^{a)}	T/R ^{a)}	T/R ^{a)}
4.3.4	Assemblages et garnitures d'étanchéité ^{b)}	T	T	T ^{c)}	T ^{c)}	T ^{c)}	T ^{c)}	T ^{c)}
4.3.5	Résistance à l'écrasement	T/R	T/R	T/R ^{a)}	T/R	—	—	—
4.3.6.1	Résistance à la flexion longitudinale	T ^{d)}	T ^{d)}	—	T ^{d)}	—	—	—
4.3.7	Étanchéité à l'eau : — essai hydrostatique — essai sur assemblage	T/R ^{e)}	T/R ^{e)}	T/R ^{e)}	T/R ^{f)}	T/R ^{f)}	T/R	T/R ^{g)}
		T/R	T/R	T/R ^{g)}	T/R ^{h)}	T/R ^{h)}	T/R ^{h)}	T/R ^{h)}
5.2.1, 5.2.2 et 5.3.3	Armatures et enrobage	T/R	T/R	T/R ^{a)}	T/R ^{a)}	T/R ^{a)}	T/R ^{a)}	T/R ^{a)}
5.3.2.1	Résistance des carottes	—	T/R	—	—	—	—	

T signifie essai de type initial ;

R signifie essai dans le cadre de la surveillance continue ;

*a) non applicable aux pièces complémentaires fabriquées à partir de tuyaux ou de parties de tuyaux conformes à la présente norme européenne ;**b) Annexe A non applicable lorsque la méthode 3 en 4.3.4.2 est adoptée ;**c) non applicable aux pièces complémentaires ayant la même conception de l'assemblage que les tuyaux ;**d) non applicable aux tuyaux > DN 250, ni aux tuyaux ≤ DN 250 dont la longueur intérieure du fût ne dépasse pas six fois le diamètre extérieur ;**e) non applicable aux éléments ayant une épaisseur de paroi théorique > 125 mm ;**f) pour des raisons de sécurité, non applicable aux éléments pour lesquels le tuyau principal a une dimension nominale > DN 800 ou les branchements une dimension nominale > DN 300 ;**g) pour des raisons de sécurité, non applicable aux coudes > DN 300 ;**h) au choix du fabricant, non applicable aux pièces complémentaires ayant la même conception de l'assemblage que les tuyaux.*

6.2 Profils des assemblages

La conformité des dimensions critiques des profils des assemblages et de leurs tolérances doit être évaluée par rapport aux documents de fabrication.

6.3 Armatures

Découper un morceau d'une partie intacte d'un tuyau en béton armé ayant été soumis à un essai à la rupture, tel qu'il est requis dans le cadre d'un essai de type initial ou d'un essai régulier, de manière à pouvoir examiner à la fois les armatures périphériques et les armatures longitudinales et à évaluer la conformité de l'enrobage aux exigences de 5.2.1, 5.2.2 ou 5.3.3 selon le cas.

6.3.1 Position et pourcentage d'armatures

L'espacement et le pourcentage d'armatures périphériques doivent être mesurés sur une longueur d'au moins 1 m, la conformité aux documents de fabrication et à 5.2.1 devant ensuite être vérifiée. La conformité à 5.2.1 de la distance entre les armatures périphériques et l'extrémité de l'about mâle ou de l'about femelle doit également être vérifiée.

La conformité des armatures longitudinales aux documents de fabrication (lorsqu'elles existent) doit elle aussi être vérifiée.

6.3.2 Enrobage

L'armature doit être dégagée, l'enrobage mesuré et la valeur minimale notée au millimètre près. La conformité de l'enrobage à 5.2.2 ou à 5.3.3 selon le cas, doit alors être vérifiée.

6.4 Résistance à l'écrasement

La (les) résistance(s) à l'écrasement doi(ven)t être déterminée(s) selon la (les) méthode(s) appropriée(s) spécifiée(s) à l'annexe C.

6.5 Résistance à la flexion longitudinale

La résistance à la flexion longitudinale doit être déterminée conformément à l'une des méthodes spécifiées à l'annexe D, au choix du fabricant.

6.6 Étanchéité à l'eau

L'étanchéité à l'eau des éléments individuels et des assemblages doit être déterminée selon les méthodes spécifiées à l'annexe E.

6.7 Absorption d'eau

L'absorption d'eau du béton doit être déterminée selon la méthode spécifiée à l'annexe F.

6.8 Résistance du béton des tuyaux de fonçage

La résistance à la compression du béton des tuyaux de fonçage doit être déterminée selon l'ISO 4012 et l'essai réalisé sur deux éprouvettes prélevées par carottage aux tiers de la longueur intérieure du fût ; on calcule ensuite la valeur moyenne des deux résultats.

La hauteur des carottes doit être égale à leur diamètre ± 10 mm :

- lorsqu'on utilise des carottes d'un diamètre de $100 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$, le résultat doit être exploité sans coefficient de conversion ;
- lorsqu'on utilise des carottes d'un diamètre de $50 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$, on doit appliquer un coefficient de conversion égal à 0,9.

L'interpolation linéaire est admise pour les diamètres intermédiaires.

7 Évaluation de la conformité

7.1 Généralités

Le système d'assurance de la qualité du fabricant doit être conforme aux spécifications de l'annexe G.

NOTE 1 Il est recommandé de démontrer la conformité à la présente norme européenne par une certification de produits réalisée par un organisme de certification agréé, conforme à l'EN 45011. Cependant, on attire l'attention sur le Tableau ZA.2 qui indique les paragraphes concernés par la décision de la Commission Européenne définissant le système d'attestation de la conformité à appliquer pour le marquage CE dans le contexte de la directive Produits de construction (89/106). Afin de ne pas soumettre le fabricant à une double procédure, la Commission a déclaré que si la plus sévère des deux était appliquée, l'autre, qui s'applique comme décrit en ZA.2, pouvait être considérée comme satisfaite.

NOTE 2 Lorsque les éléments sont certifiés par un organisme de certification agréé (et conforme à la norme EN 45011), aucun contrôle de réception par ou pour le compte du client n'est nécessaire, sauf en ce qui concerne le marquage.

7.2 Modes opératoires d'évaluation des produits

7.2.1 Généralités

Les modes opératoires sont les suivants :

- a) essai de type initial du produit ;
- b) contrôle de la production en usine ;
- c) essais complémentaires d'échantillons en conformité avec le plan d'échantillonnage prescrit dans la présente norme européenne.

7.2.2 Essais de type initiaux

Les essais de type initiaux doivent être effectués pour démontrer la conformité des éléments à la présente Norme européenne : Les essais effectués antérieurement selon les prescriptions de la présente norme (même produit ou groupe spécifié de produits, mêmes caractéristiques, même méthode d'échantillonnage et essai identique ou plus exigeants) peuvent être pris en compte. Des essais de type initiaux doivent aussi être effectués :

- au démarrage d'une nouvelle fabrication ;
- chaque fois qu'il y a modification significative dans la conception, le type de matériau ou la méthode de fabrication.

L'essai de type initial consiste à prélever des échantillons dans la chaîne de fabrication (comme indiqué aux Tableaux H.1 et H.2) et à les soumettre à l'essai ou aux essais concernés. Pour que les exigences de l'essai de type initial soient satisfaites, il faut que l'ensemble des échantillons satisfasse aux exigences de la présente norme européenne.

Les résultats des essais de type initiaux ne peuvent pas être utilisés pour la surveillance continue.

Lorsque le matériel d'essai du fabricant a fait l'objet d'un étalonnage officiel, l'essai de type initial est normalement effectué avec ce matériel.

7.2.3 Contrôle de la production en usine

Le contrôle de la production en usine doit être basé sur un système d'assurance de la qualité tel que décrit à l'annexe G.

7.2.4 Essais complémentaires d'échantillons prélevés en usine

La conformité à la présente norme européenne doit être prouvée par prélèvement d'échantillons lors des essais de type initiaux et de la surveillance continue ultérieure, comme décrit ci-après. Les essais doivent être réalisés sur les échantillons à l'âge minimum déclaré par le fabricant pour la conformité à la présente norme.

Pour les essais réguliers d'écrasement et d'étanchéité à l'eau (sur tuyau seul), le fabricant doit appliquer le contrôle régulier pour chaque type, dimension nominale et classe de résistance du tuyau, conformément aux spécifications de l'annexe I.

NOTE En plus de l'essai d'étanchéité à l'eau (sur tuyau seul) spécifié, le fabricant peut choisir de réaliser des essais réguliers à l'air ou au vide pour renforcer le contrôle de la production en usine.

7.2.5 Tâches relevant de l'organisme de certification

Lorsque la conformité à la présente norme européenne doit être démontrée par une certification de produits réalisée par un organisme de certification agréé, les tâches de celui-ci sont celles spécifiées à l'annexe J.

8 Marquage

Chaque élément ou, lorsque cela n'est pas possible, chaque unité de colisage, doit être marqué de façon durable et claire, l'identification de l'élément (des éléments) devant être réalisée de telle sorte qu'aucun doute ne soit possible.

Le marquage doit comporter au minimum les informations suivantes :

- a) nom du fabricant, marque commerciale ou marque distinctive, ainsi que lieu de fabrication ;
- b) numéro de la présente norme européenne, EN 1916 ;
- c) date de fabrication ;
- d) identification du matériau constituant l'élément ;
- e) identification de tout organisme de certification tiers concerné ;
- f) classe de résistance (telle que confirmée selon annexe I) ;
- g) identification des conditions d'emploi autres que les conditions normales ;
- h) identification de l'utilisation particulière prévue, le cas échéant.
- i) la mention «CISAILLEMENT RÉDUIT» si la méthode 4 a été utilisée pour démontrer la durabilité de l'assemblage.

NOTE Lorsque les exigences de ZA.3, en matière de marquage, demandant les mêmes informations que celles du présent chapitre, les exigences du présent chapitre sont remplies.

Annexe A

(normative)

Méthodes d'essai et de calcul pour les garnitures d'étanchéité

A.1 Symboles

Les symboles utilisés dans la présente annexe ont la signification suivante :

- b_t largeur comprimée effective, en millimètres ;
- d_{so} diamètre intérieur nominal de l'about femelle, en millimètres ;
- d_{sp} diamètre extérieur nominal de l'about mâle, en millimètres ;
- d_{sos} diamètre intérieur nominal de l'about femelle au niveau du dispositif mécanique limitant la déformation (est égal à d_{so} en l'absence d'un tel dispositif dans l'about femelle), en millimètres ;
- d_{sps} diamètre extérieur nominal de l'about mâle au niveau du dispositif mécanique limitant la déformation (est égal à d_{sp} en l'absence d'un tel dispositif sur l'about mâle), en millimètres ;
- E module d'élasticité du caoutchouc de la garniture d'étanchéité, en mégapascals ;
- F effort de serrage, en newtons ;
- F_d charge unitaire répartie supposée résulter de l'application de la charge de cisaillement spécifiée, en newtons par millimètre ;
- F_e effort de serrage par unité de longueur, en newtons par millimètres ;
- F_s charge de cisaillement spécifiée, en kilonewtons ;
- f pression moyenne appliquée à l'éprouvette, en mégapascals (newtons par millimètres carrés) ;
- h_m hauteur de la garniture d'étanchéité en place, égale à $h_j / \sqrt{1 + \varepsilon}$, en millimètres,
- où :
- h_j est la hauteur nominale de la garniture d'étanchéité, en millimètres ;
- ε est l'allongement relatif de la garniture d'étanchéité en place, égal à $(l_2 - l_1) / l_1$;
- l_1 est la longueur de la garniture d'étanchéité avant mise en place, en millimètres ;
- l_2 est la longueur de la garniture d'étanchéité après mise en place, égale à $\pi (d_{sp} + h_j)$, en millimètres ;
- K est le facteur combiné de tolérance ;
- l_t longueur de l'éprouvette, en millimètres ;
- R_a écart arithmétique moyen de l'état de surface, en micromètres ;
- δ_{max} déformation maximale, en pour cent ;
- δ_{min} déformation minimale, en pour cent ;
- δ_1 déformation minimale, abstraction faite de la charge de cisaillement, en pour cent ;
- δ_2 déformation maximale, abstraction faite de la charge de cisaillement, en pour cent ;
- $\Delta\delta_{max}$ variation de la déformation maximale δ_2 causée par la charge de cisaillement, en pour cent ;
- $\Delta\delta_{min}$ variation de la déformation minimale δ_1 causée par la charge de cisaillement, en pour cent.

A.2 Méthodes d'essai

A.2.1 Conditions d'application

Dans la présente annexe, l'indication « méthode 1 » et « méthode 2 » renvoie aux méthodes décrites en 4.3.4.2. Elle est applicable comme spécifié à toutes les garnitures d'étanchéité dont la durabilité de l'assemblage est à démontrer par la méthode 1 ou par la méthode 2. Dans le cas des garnitures intégrées au béton, l'essai est réalisé par rapport à la face opposée du profil de l'assemblage tandis que pour toutes les autres garnitures d'étanchéité, les deux faces doivent être prises en considération.

A.2.2 Principe

L'objet de cet essai est d'évaluer si la largeur comprimée effective et la pression moyenne sur une partie quelconque de la garniture intervenant dans la fonction d'étanchéité sur une section de la garniture d'étanchéité (méthode 1), ou sa déformation maximale (méthode 2) sont dans les limites spécifiées en 4.3.4.2. Avant de commencer l'essai spécifique de la garniture d'étanchéité et du profil de l'assemblage considérés, il est nécessaire de disposer du diagramme effort — déformation propre à cet assemblage.

Pour les besoins de l'essai, on admet que la charge de cisaillement spécifiée est répartie sur une longueur de garniture égale au diamètre ou à la largeur — selon la forme de la section intérieure — de l'assemblage au centre de l'espace annulaire nominal.

A.2.3 Appareillage

L'appareillage doit être conforme aux spécifications de la norme ISO 3384 ; cependant, les plaques du dispositif de compression doivent être constituées d'un matériau solide approprié et leur planéité et leur rugosité, mesurées lorsque le dispositif est démonté, doivent être précises respectivement à 0,05 mm et à 1,6 μm R_a près, tel que défini dans l'EN ISO 4287, appliqué en utilisant les règles de l'EN ISO 4288. Lorsque l'appareillage est assemblé, l'écartement entre les plaques doit être précis à $\pm 0,05$ mm près. De plus, le dispositif de compression doit avoir une forme telle que l'essai reproduise le fonctionnement de la garniture d'étanchéité dans l'assemblage correspondant, avec toute butée d'arrêt de cisaillement éventuelle, que la garniture soit intégrée ou non à l'élément.

Lorsque le profil de l'assemblage au droit de la garniture d'étanchéité ne comporte pas deux droites parallèles, il doit être reproduit en utilisant des profilés du même matériau que les plaques du dispositif de compression et en contact avec celles-ci. Les critères de planéité et de rugosité de surface pour les profilés sont les mêmes que ceux des plaques.

L'appareillage doit comporter des butées pour éviter le déplacement longitudinal de l'éprouvette pendant l'essai. Il n'est pas nécessaire de tenir compte de la courbure de l'assemblage réel. Les butées doivent être lubrifiées avec un lubrifiant au silicone ou au fluorosilicone comme décrit dans l'ISO 3384.

A.2.4 Préparation

Quel que soit l'essai, l'éprouvette doit être constituée d'un morceau de la garniture d'étanchéité considérée, d'une longueur de 100 mm \pm 1 mm ou de deux fois la largeur nominale de la garniture d'étanchéité, si celle-ci est supérieure. Toute partie de la garniture hors de la zone impliquée dans la fonction d'étanchéité peut être retirée de l'éprouvette, en même temps que toutes les parties destinées à être intégrées au béton ; l'éprouvette peut alors être calée si nécessaire.

A.2.5 Modes opératoires

A.2.5.1 Établissement du diagramme effort — déformation

Le diagramme effort/déformation de la garniture d'étanchéité doit être établi quel que soit l'essai à une température ambiante de 20 °C \pm 3 °C, en utilisant l'appareillage et une éprouvette conformes respectivement à A.2.3 et A.2.4. L'éprouvette doit tout d'abord être déformée de 5 % et l'effort de serrage nécessaire mesuré et noté, puis le mode opératoire doit être répété par incréments successifs de 5 % comme prévu dans la conception de l'assemblage, sans toutefois dépasser 65 %. Pendant cette étape du mode opératoire, la vitesse d'application de la déformation ne doit pas dépasser 25 mm par minute. L'effort de serrage doit être mesuré pour chaque incrément de 5 % après stabilisation de l'éprouvette pendant une durée de 10 \pm 2 s.

Lorsque l'appareillage permet d'évaluer simultanément la déformation et la largeur comprimée effective, ces prescriptions peuvent être appliquées conjointement aux prescriptions du A.2.5.2.2.

A.2.5.2 Mode opératoire propre à une garniture d'étanchéité et un profil d'assemblage

A.2.5.2.1 Étape préliminaire

Pour la méthode 1 les valeurs F_d , l_2 , ε , h_m et δ_1 doivent tout d'abord être calculées à partir des équations ci-après, en utilisant, dans le cas d'éléments ovoïdes, la largeur WN des éléments pour d_{so} et d_{sp} :

$$F_d = F_s \times 1\,000 / \left[(d_{so} + d_{sp}) / 2 \right] ;$$

$$h_m = h_j / \sqrt{1 + \varepsilon} ;$$

où :

$$\varepsilon = (l_2 - l_1) / l_1, \text{ et}$$

$$l_2 = \pi (d_{sp} + h_j) ;$$

$$\delta_1 = \left[2h_m - d_{so} + d_{sp} - \sqrt{(2\Delta h_j)^2 + \Delta d_{so}^2 + \Delta d_{sp}^2} \right] \times 100 / (2 \times h_m)$$

Le diagramme effort/déformation spécifique doit alors être utilisé pour déterminer la variation de la déformation minimale $\Delta\delta_{\min}$ engendrée par un effort unitaire F_d , on calcule ensuite la déformation minimale δ_{\min} à l'aide de l'équation suivante :

$$\delta_{\min} = \delta_1 - \Delta\delta_{\min}$$

Pour la méthode 2, le mode opératoire doit être le même que pour la méthode 1, sauf que δ_2 doit être calculé au lieu de δ_1 à l'aide de l'équation suivante :

$$\delta_2 = \left[2h_m - d_{so} + d_{sp} + \sqrt{(2\Delta h_j)^2 + \Delta d_{so}^2 + \Delta d_{sp}^2} \right] \times 100 / (2 \times h_m)$$

Le diagramme effort/déformation spécifique doit alors être utilisé pour déterminer la variation de la déformation maximale $\Delta\delta_{\max}$ engendrée par un effort unitaire F_d et on calcule ensuite la déformation maximale δ_{\max} à l'aide de l'équation suivante :

$$\delta_{\max} = \delta_2 - \Delta\delta_{\max}$$

A.2.5.2.2 Évaluation de la largeur comprimée effective (méthode 1)

L'éprouvette doit être placée dans l'appareillage à une température ambiante de $20\,^{\circ}\text{C} \pm 3\,^{\circ}\text{C}$ et comprimée pour atteindre une déformation égale à δ_{\min} ; on note l'effort de serrage F et la largeur comprimée effective b_t mesurés.

Dans le cas où il n'est pas possible de mesurer la largeur comprimée effective lorsque l'éprouvette est dans l'appareillage, on doit prévoir un système permettant de laisser les marques de l'éprouvette comprimée sur le dispositif de compression (en insérant un papier carbone par exemple). Une fois la déformation δ_{\min} atteinte, l'effort de serrage correspondant doit être noté, puis l'éprouvette déchargée. L'éprouvette doit alors être retirée du dispositif et on note la largeur comprimée effective mesurée à partir des marques laissées sur le dispositif de compression.

A.2.6 Expression des résultats

A.2.6.1 Largeur comprimée effective (méthode 1)

La largeur comprimée effective b_t est la largeur de la surface de contact entre le caoutchouc et le dispositif de compression, telle que mesurée en A.2.5.2.2.

A.2.6.2 Pression moyenne (méthode 1)

La pression moyenne f sur la partie de la garniture intervenant dans la fonction d'étanchéité doit être calculée à l'aide de l'équation :

$$f = F / (l_t \times b_t)$$

où :

- f est la pression moyenne, en mégapascals (newtons par millimètre carré) ;
- F est l'effort de serrage nécessaire pour produire une déformation δ_{min} , en newtons ;
- l_t est la longueur de l'éprouvette, en millimètres ;
- b_t est la largeur comprimée effective, en millimètres.

A.2.6.3 Déformation maximale (méthode 2)

La déformation maximale δ_{max} est la valeur calculée conformément à A.2.5.2.1.

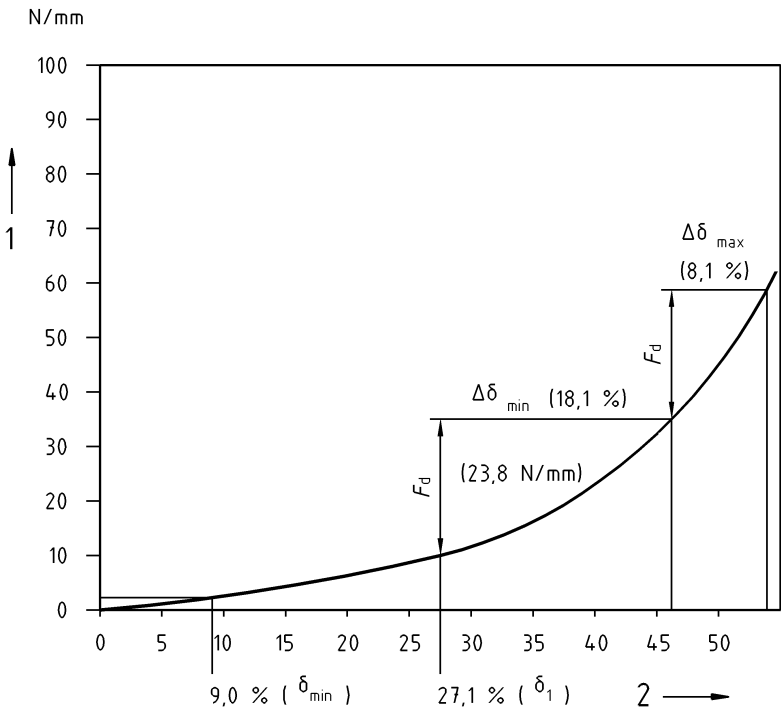
A.2.7 Exemples

A.2.7.1 Méthode 1

Le Tableau A.1 donne un exemple des modes opératoires à suivre pour évaluer la largeur comprimée effective ainsi que la pression moyenne sur la partie de la garniture intervenant dans la fonction d'étanchéité. Le diagramme effort/déformation associé, propre à la garniture d'étanchéité considérée, est donné par la Figure A.1 et n'est à utiliser que pour cet exemple.

A.2.7.2 Méthode 2

Le Tableau A.2 donne un exemple des modes opératoires à suivre pour évaluer la déformation maximale sur la partie de la garniture intervenant dans la fonction d'étanchéité. Le diagramme effort/déformation associé, propre à la garniture d'étanchéité considérée, est donné par la Figure A.1 et n'est à utiliser que pour cet exemple.



Légende

- 1 Force par unité de longueur de garniture
- 2 Déformation

Figure A.1 — Diagramme effort/déformation spécifique admis pour les exemples et pris en compte pour la détermination de Δδ_{min} (méthode 1) ou Δδ_{max} (méthode 2)

Tableau A.1 — Modes opératoires d'évaluation appliqués à l'exemple (méthode 1)

1) Hypothèses		
DN	dimension nominale	DN 1 000
d_{so}	diamètre intérieur nominal de l'about femelle	1 274,8 mm
d_{sp}	diamètre extérieur nominal de l'about mâle	1 250,0 mm
Δd_{so}	tolérance sur le diamètre de l'about femelle	$\pm 1,2$ mm
Δd_{sp}	tolérance sur le diamètre de l'about mâle	$\pm 2,4$ mm
F_s	charge de cisaillement ($0,03 \times DN$) kN	30 kN
h_j	hauteur nominale de la garniture d'étanchéité	20 mm
Δh_j	tolérance sur la hauteur de la garniture	$\pm 0,7$ mm
l_1	longueur de la garniture d'étanchéité avant mise en place	3 630 mm
2) Formules et calculs		
F_d	$F_s \times 1\,000 / [(d_{so} + d_{sp})/2]$ $= 30 \times 1\,000 / [(1\,274,8 + 1\,250,0)/2]$	23,8 N/mm
l_2	$\pi (d_{sp} + h_j)$ $= \pi (1\,250 + 20)$	3 990 mm
ε	$(l_2 - l_1)/l_1$ $= (3\,990 - 3\,630)/3\,630$	0,10
h_m	$h_j/(1 + \varepsilon)^{0,5}$ $= 20/(1 + 0,10)^{0,5}$	19,1 mm
δ_1	$\{2h_m - d_{so} + d_{sp} - [(2\Delta h_j)^2 + \Delta d_{so}^2 + \Delta d_{sp}^2]^{0,5}\} \times 100/2h_m$ $= \{2 \times 19,1 - 1\,274,8 + 1\,250,0 - [(2 \times 0,7)^2 + 1,2^2 + 2,4^2]^{0,5}\} \times 100/(2 \times 19,1)$	27,1 %
δ_{min}	(i) déterminer $\Delta\delta_{min}$ à partir du diagramme effort/ déformation :	18,1 %
	(ii) $\delta_1 - \Delta\delta_{min}$ $= 27,1 - 18,1$	9,0 %
b_t	min. 50 % de $(d_{so} - d_{sp})/2$ $\geq 0,5 \times (1\,274,8 - 1\,250,0)/2$	$\geq 6,2$ mm
3) Mode opératoire et évaluation		
Mode opératoire :	a) comprimer l'éprouvette (longueur $l_t = 100$ mm) pour obtenir une déformation minimale δ_{min} égale à 9,0 % ; b) noter l'effort de serrage F ; c) mesurer la largeur comprimée effective b_t ; d) calculer $F/(l_t \times b_t)$ pour obtenir la pression moyenne f .	200 N 10,5 mm 0,19 MPa (N/mm ²)
Prescriptions :	$b_t \geq 6,2$ mm ; $f \geq 0,15$ MPa (N/mm ²).	Conforme Conforme

Tableau A.2 — Modes opératoires d'évaluation appliqués à l'exemple (méthode 2)

1) Hypothèses		
DN	dimension nominale	DN 1 000
d_{so}	diamètre intérieur nominal de l'about femelle	1 274,8 mm
d_{sp}	diamètre extérieur nominal de l'about mâle	1 250,0 mm
Δd_{so}	tolérance sur le diamètre de l'about femelle	$\pm 1,2$ mm
Δd_{sp}	tolérance sur le diamètre de l'about mâle	$\pm 2,4$ mm
F_s	charge de cisaillement ($0,03 \times DN$) kN	30 kN
h_j	hauteur nominale de la garniture d'étanchéité	20 mm
Δh_j	tolérance sur la hauteur de la garniture	$\pm 0,7$ mm
l_1	longueur de la garniture d'étanchéité avant mise en place	3 630 mm
2) Formules et calculs		
F_d	$F_s \times 1\,000 / [(d_{so} + d_{sp}) / 2]$ $= 30 \times 1\,000 / [(1\,274,8 + 1\,250,0) / 2]$	23,8 N/mm
l_2	$\pi (d_{sp} + h_j)$ $= \pi (1\,250 + 20)$	3 990 mm
ε	$(l_2 - l_1) / l_1$ $= (3\,990 - 3\,630) / 3\,630$	0,10
h_m	$h_j / (1 + \varepsilon)^{0,5}$ $= 20 / (1 + 0,10)^{0,5}$	19,1 mm
δ_2	$\{2h_m - d_{so} + d_{sp} + [(2\Delta h_j)^2 + \Delta d_{so}^2 + \Delta d_{sp}^2]^{0,5}\} \times 100 / 2h_m$ $= \{2 \times 19,1 - 1\,274,8 + 1\,250,0 + [(2 \times 0,7)^2 + 1,2^2 + 2,4^2]^{0,5}\} \times 100 / (2 \times 19,1)$	43,0 %
δ_{max}	(i) déterminer $\Delta\delta_{max}$ à partir du diagramme spécifique effort/déformation : (ii) $\delta_2 + \Delta\delta_{max}$ $= 43,0 + 8,1$	8,1 % 51,1 %
3) Évaluation		
Prescription : a) $\delta_{max} \leq 65$ %.		Conforme

A.3 Méthode de calcul

A.3.1 Conditions d'application

La méthode de calcul ci-après n'est admise comme alternative à l'essai selon A.2 que lorsque la garniture d'étanchéité a une section transversale circulaire ou une section convexe autre, ne comporte pas d'alvéole (au moins dans la zone concernée par la fonction d'étanchéité) et est utilisée dans un assemblage comportant des dispositifs mécaniques limitant les déformations de la garniture à 65 % de sa hauteur initiale. Elle est toujours applicable lorsque la méthode 4 est utilisée pour démontrer la durabilité d'un assemblage.

A.3.2 Bases

Pour la méthode 1, la largeur comprimée effective b_t et la pression moyenne f sur une partie quelconque d'une garniture intervenant dans la fonction d'étanchéité doivent être calculées comme suit, en utilisant, dans le cas des tuyaux ovoïdes, la largeur correspondante WN pour les valeurs d_{so} , d_{sp} , d_{sos} et d_{sps} :

$$\delta_{\min} = [2h_m - d_{so} + d_{sp} - d_{sos} + d_{sps} - K] \times 100 / (2h_m)$$

$$\delta_{\max} = [2h_m - d_{so} + d_{sp} + d_{sos} - d_{sps} + K] \times 100 / (2h_m)$$

où :

K est le facteur combiné de tolérance pour la méthode de calcul, en millimètres :

$$K = \sqrt{\left(2\Delta h_j\right)^2 + \Delta d_{so}^2 + \Delta d_{sp}^2 + \Delta d_{sos}^2 + \Delta d_{sps}^2}$$

avec :

Δd_{so} tolérance sur le diamètre intérieur de l'about femelle, en millimètres ;

Δd_{sp} tolérance sur le diamètre extérieur de l'about mâle, en millimètres ;

Δd_{sos} tolérance sur le diamètre intérieur de l'about femelle au niveau du dispositif mécanique limitant la déformation (est égal à Δd_{so} en l'absence d'un tel dispositif dans l'about femelle), en millimètres ;

Δd_{sps} tolérance sur le diamètre extérieur de l'about mâle au niveau du dispositif mécanique limitant la déformation (est égal à Δd_{sp} en l'absence d'un tel dispositif sur l'about mâle), en millimètres ;

Δh_j tolérance sur la hauteur de la garniture, en millimètres ;

$$F_e = E \times h_m [1,25 (\delta_{\min}/100)^{3/2} + 50 (\delta_{\min}/100)^6]$$

$$b_t = 0,5 h_m [\pi/2 - (1 - \delta_{\min}/100)^2] / [1 - \delta_{\min}/100]$$

$$f = F_e / b_t$$

NOTE La formule de calcul de la largeur comprimée effective b_t est empirique et n'est pas valable pour les déformations minimales δ_{\min} inférieures à 5 % ; dans la pratique, cependant, ceci n'a pas d'importance.

Lorsqu'une garniture d'étanchéité est fabriquée sur la base d'un volume déterminé, Δh_j doit être supposé nul pour le calcul du facteur combiné de tolérance K .

Pour la méthode 2, δ_{\max} doit être calculé à l'aide des indications correspondantes ci-dessus.

Pour la méthode 4, la déformation minimale δ_1 , la déformation maximale δ_2 et la largeur comprimée effective b_t doivent être calculées comme suit en utilisant, dans le cas des tuyaux ovoïdes, la largeur correspondante WN pour les valeurs d_{so} et d_{sp} :

$$\delta_1 = \left[2h_m - d_{so} + d_{sp} - \sqrt{\left(2\Delta h_j\right)^2 + \Delta d_{so}^2 + \Delta d_{sp}^2} \right] \times 100 / (2 \times h_m)$$

$$\delta_2 = \left[2h_m - d_{so} + d_{sp} + \sqrt{\left(2\Delta h_j\right)^2 + \Delta d_{so}^2 + \Delta d_{sp}^2} \right] \times 100 / (2 \times h_m)$$

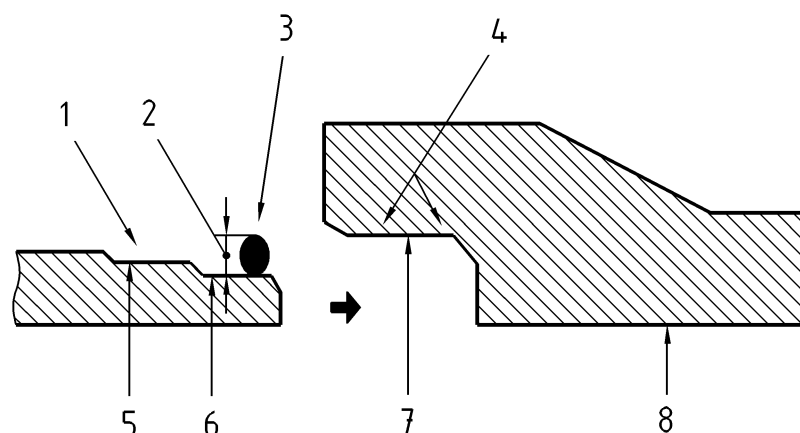
$$b_t = 0,5 h_m \left[\pi/2 - \left(1 - \delta_1/100\right)^2 \right] / \left[1 - \delta_1/100 \right]$$

A.3.3 Exemples

A.3.3.1 Méthode 1

Un exemple de la méthode de calcul de l'épaisseur comprimée effective et de la pression moyenne sur une zone quelconque de la garniture intervenant dans la fonction d'étanchéité est donné au Tableau A.3. Les hypothèses de base admises pour l'exemple apparaissent de manière schématique sur la Figure A.2.

NOTE Bien que les hypothèses concernant les tuyaux soient analogues, il n'y a pas lieu de s'attendre à une corrélation entre les valeurs de l'épaisseur comprimée effective et de la pression moyenne déterminées dans les exemples des Tableaux A.1 et A.2 ; dans le premier cas, en effet, il est supposé qu'il n'y a pas de butée d'arrêt de cisaillement en béton.



Légende

- 1 Butée d'arrêt de cisaillement en béton intégrée à l'about mâle
- 2 Hauteur appliquée h_m (19,1 mm)
- 3 Bague d'étanchéité «O ring» $h_j \pm \Delta h_j$ (20 mm \pm 0,7 mm)
- 4 About femelle parallèle au fût, donc $d_{sos} = d_{so}$ et $\Delta d_{sos} = \Delta d_{so}$
- 5 $d_{sps} \pm \Delta d_{sps}$ (1 270,4 mm \pm 2,0 mm)
- 6 $d_{sp} \pm \Delta d_{sp}$ (1 250,0 mm \pm 2,0 mm)
- 7 **les formules manquent !!!** (tous les deux 1 274,8 mm \pm 1,0 mm)
- 8 DN 1 000

Figure A.2

A.3.3.2 Méthode 2

Un exemple de la méthode de calcul pour évaluer la déformation maximale de la garniture intervenant dans la fonction d'étanchéité est donné au Tableau A.4. Le diagramme effort/déformation spécifique associé, propre à la garniture d'étanchéité considérée, apparaît à la Figure A.1 et n'est applicable qu'au présent exemple.

A.3.3.3 Méthode 4

Un exemple de la méthode de calcul de la déformation minimale, de la déformation maximale et de la largeur comprimée effective de la garniture est donné au Tableau A.5. Les hypothèses de base admises pour l'exemple sont essentiellement celles présentées schématiquement à la Figure A.2, abstraction faite de ce que l'about mâle n'a pas de butée de cisaillement en béton et que les tolérances sont ajustées en conséquence.

Tableau A.3 — Modes opératoires d'évaluation appliqués à l'exemple (méthode 1)

1) Hypothèses		
DN	dimension nominale	DN 1 000
—	assemblage comportant une butée d'arrêt de cisaillement en béton moulée sur l'about mâle (c'est-à-dire $d_{\text{sos}} = d_{\text{so}}$ et Δd_{sos})	—
d_{so}	diamètre intérieur nominal de l'about femelle	1 274,8 mm
D_{sp}	diamètre extérieur nominal de l'about mâle	1 250,0 mm
d_{sps}	diamètre extérieur nominal de l'about mâle au niveau de la butée d'arrêt de cisaillement en béton	1 270,4 mm
Δd_{so}	tolérance sur le diamètre de l'about femelle	$\pm 1,0$ mm
Δd_{sp}	tolérance sur le diamètre de l'about mâle	$\pm 2,0$ mm
Δd_{sps}	tolérance sur le diamètre de la butée d'arrêt de cisaillement	$\pm 2,0$ mm
h_j	hauteur nominale de la garniture d'étanchéité	20 mm
Δh_j	tolérance sur la hauteur de la garniture	$\pm 0,7$ mm
l_1	longueur de la garniture d'étanchéité avant mise en place	3 630 mm
E	module d'élasticité du caoutchouc de la garniture (40 DIDC)	1,50 MPa (N/mm ²)
2) Formules et calculs		
l_2	$\pi (d_{\text{sp}} + h_j) = \pi (1\,250 + 20)$	3 990 mm
ε	$(l_2 - l_1)/l_1 = (3\,990 - 3\,630)/3\,630$	0,10
h_m	$h_j/(1 + \varepsilon)^{0,5} = 20/(1 + 0,10)^{0,5}$	19,1 mm
K	$[(2\Delta h_j)^2 + \Delta d_{\text{so}}^2 + \Delta d_{\text{sp}}^2 + \Delta d_{\text{sos}}^2 + \Delta d_{\text{sps}}^2]^{0,5} = [(2 \times 0,7)^2 + 1,0^2 + 2,0^2 + 1,0^2 + 2,0^2]^{0,5}$	3,46 mm
δ_{min}	$[2h_m - d_{\text{so}} + d_{\text{sp}} - d_{\text{sos}} + d_{\text{sps}} - K] \times 100/2h_m = [2 \times 19,1 - 1\,274,8 + 1\,250,0 - 1\,274,8 + 1\,270,4 - 3,46] \times 100/(2 \times 19,1)$	14,5 %
δ_{max}	$[2h_m - d_{\text{so}} + d_{\text{sp}} + d_{\text{sos}} - d_{\text{sps}} + K] \times 100/2h_m = [2 \times 19,1 - 1\,274,8 + 1\,250,0 + 1\,274,8 - 1\,270,4 + 3,46] \times 100/(2 \times 19,1)$	55,7 %
F_e	$E \times h_m [1,25 (\delta_{\text{min}}/100)^{1,5} + 50 (\delta_{\text{min}}/100)^6] = 1,50 \times 19,1 [1,25 \times (14,5/100)^{1,5} + 50 \times (14,5/100)^6]$	1,99 N/mm
b_t	$0,5 h_m [\pi/2 - (1 - \delta_{\text{min}}/100)^2]/[1 - \delta_{\text{min}}/100] = 0,5 \times 19,1 [\pi/2 - (1 - 14,5/100)^2]/[1 - 14,5/100]$	9,4 mm
f	$F_e/b_t = 1,99/9,4$	0,21 Mpa (N/mm ²)
b_t	min. 50 % de $(d_{\text{so}} - d_{\text{sp}})/2 \geq 0,50 \times (1\,274,8 - 1\,250,0)/2$	$\geq 6,2$ mm
3) Évaluation		
Prescriptions à satisfaire : a) $b_t \geq 6,2$ mm ; b) $f \geq 0,15$ MPa (N/mm ²) ; c) $\delta_{\text{max}} \leq 65$ %.		conforme conforme conforme

Tableau A.4 — Modes opératoires de calcul appliqués à l'exemple (méthode 2)

1) Hypothèses		
DN	dimension nominale	DN 1 000
—	assemblage comportant une butée d'arrêt de cisaillement en béton moulée sur l'about mâle (c'est-à-dire $d_{\text{sos}} = d_{\text{so}}$ et $\Delta d_{\text{sos}} = \Delta d_{\text{so}}$)	—
d_{so}	diamètre intérieur nominal de l'about femelle	1 274,8 mm
d_{sp}	diamètre extérieur nominal de l'about mâle	1 250,0 mm
d_{sps}	diamètre extérieur nominal de l'about mâle au niveau de la butée d'arrêt de cisaillement en béton	1 270,4 mm
Δd_{so}	tolérance sur le diamètre de l'about femelle	$\pm 1,0$ mm
Δd_{sp}	tolérance sur le diamètre de l'about mâle	$\pm 2,0$ mm
Δd_{sps}	tolérance sur le diamètre de la butée d'arrêt de cisaillement	$\pm 2,0$ mm
h_j	hauteur nominale de la garniture d'étanchéité	20 mm
Δh_j	tolérance sur la hauteur de la garniture	$\pm 0,7$ mm
l_1	longueur de la garniture d'étanchéité avant mise en place	3 630 mm
2) Formules et calculs		
l_2	$\pi (d_{\text{sp}} + h_j) = \pi (1\,250 + 20)$	3 990 mm
ε	$(l_2 - l_1)/l_1 = (3\,990 - 3\,630)/3\,630$	0,10
h_m	$h_j / (1 + \varepsilon)^{0,5} = 20 / (1 + 0,10)^{0,5}$	19,1 mm
K	$[(2\Delta h_j)^2 + \Delta d_{\text{so}}^2 + \Delta d_{\text{sp}}^2 + \Delta d_{\text{sos}}^2 + \Delta d_{\text{sps}}^2]^{0,5} = [(2 \times 0,7)^2 + 1,0^2 + 2,0^2 + 1,0^2 + 2,0^2]^{0,5}$	3,46 mm
δ_{max}	$[2h_m - d_{\text{so}} + d_{\text{sp}} + d_{\text{sos}} - d_{\text{sps}} + K] \times 100 / 2h_m = [2 \times 19,1 - 1\,274,8 + 1\,250,0 + 1\,274,8 - 1\,270,4 + 3,46] \times 100 / (2 \times 19,1)$	55,7 %
3) Évaluation		
Prescriptions à satisfaire : a) $\delta_{\text{max}} \leq 65$ %.		conforme

Tableau A.5 — Modes opératoires de calcul appliqués à l'exemple (méthode 4)

1) Hypothèses		
DN	dimension nominale	DN 1 000
d_{so}	diamètre nominal de l'about femelle	1 274,8 mm
d_{sp}	diamètre nominal de l'about mâle	1 250,0 mm
Δd_{so}	Tolérance sur le diamètre de l'about femelle	$\pm 0,8$ mm
Δd_{sp}	Tolérance sur le diamètre de l'about mâle	$\pm 1,6$ mm
h_j	hauteur nominale de la garniture d'étanchéité	20 mm
Δh_j	Tolérance sur la hauteur de la garniture	$\pm 0,7$ mm
l_1	Longueur de la garniture d'étanchéité avant mise en place	3 630 mm
2) Formules et calculs		
l_2	$\pi (d_{sp} + h_j) = \pi (1\,250 + 20)$	3 990 mm
ε	$(l_2 - l_1)/l_1 = (3\,990 - 3\,630)/3\,630$	0,10
h_m	$h_j/(1 + \varepsilon)^{0,5} = 20/(1 + 0,10)^{0,5}$	19,1 mm
δ_1	$\{2h_m - d_{so} + d_{sp} - [(2\Delta h_j)^2 + \Delta d_{so}^2 + \Delta d_{sp}^2]^{0,5}\} \times 100/2h_m$ $= \{2 \times 19,1 - 1\,274,8 + 1\,250,0 - [(2 \times 0,7)^2 + 0,8^2 + 1,6^2]^{0,5}\} \times 100/(2 \times 19,1)$	29,1 %
δ_2	$\{2h_m - d_{so} + d_{sp} + [(2\Delta h_j)^2 + \Delta d_{so}^2 + \Delta d_{sp}^2]^{0,5}\} \times 100/2h_m$ $= \{2 \times 19,1 - 1\,274,8 + 1\,250,0 + [(2 \times 0,7)^2 + 0,8^2 + 1,6^2]^{0,5}\} \times 100/(2 \times 19,1)$	41,0 %
b_t	$0,5 h_m [\pi/2 - (1 - \delta_{min}/100)^2]/[1 - \delta_{min}/100] = 0,5 \times 19,1 [\pi/2 - (1 - 29,1/100)^2]/[1 - 29,1/100]$	14,4 mm
3) Évaluation		
Prescriptions à satisfaire : a) $b_t \geq 5$ mm ; b) $\delta_1 \geq 25$ % ; c) $\delta_2 \leq 50$ %.		Conforme Conforme Conforme

Annexe B

(normative)

Calculs de résistance mécanique pour le fonçage des tuyaux**B.1 Généralités**

Pendant la mise en œuvre, la poussée est appliquée axialement sur le dernier tuyau ou sur un tuyau de fonçage intermédiaire et engendre des contraintes de compression dans la section transversale de chacun des tuyaux. Normalement, la force de compression axiale est transmise d'un tuyau à l'autre par un matériau répartiteur de poussée, disposé entre les tranches d'extrémité.

Dans la situation idéale conduisant à la force de poussée théorique admissible maximale — c'est-à-dire si les axes longitudinaux de deux tuyaux emboîtés étaient parfaitement alignés et si les tuyaux comportaient des faces de poussée parfaitement d'équerre —, la force de poussée transmise d'un tuyau à l'autre et les contraintes dans les parois des tuyaux seraient uniformément réparties.

Toutefois, bien que dans la pratique une canalisation soit normalement prévue rectiligne, il est toujours nécessaire de procéder à des ajustements d'alignement et de niveau et les faces de poussée des tuyaux sont rarement parfaitement d'équerre ; ceci entraîne par conséquent un excentrement de la poussée d'un tuyau à l'autre. L'excentrement se produit également lorsque la canalisation prévue est courbe.

En pratique, l'application de la poussée sur la section transversale maximale peut se faire avec un défaut d'alignement limité, à condition que le matériau répartiteur de poussée reste en contact avec les deux tranches d'extrémité (cas de l'angulation fermée).

Les paragraphes qui suivent spécifient le mode de calcul de la force de poussée théorique admissible maximale ainsi que de la force de poussée maximale admissible dans le cas d'une angulation fermée et donnent les formules permettant d'estimer la force de poussée dans le cas où le matériau répartiteur ne reste pas en contact avec les deux tranches d'extrémité des tuyaux (cas de l'angulation ouverte).

B.2 Symboles

Les symboles utilisés dans la présente annexe ont la signification suivante (voir aussi Figures B.1 et B.2) :

- A_c surface(s) comprimée(s) de la (des) tranche(s) d'assemblage, en mètres carrés ;
- d_e diamètre extérieur à l'assemblage, en mètres ;
- d_i diamètre intérieur à l'assemblage, en mètres ;
- e coefficient de réduction de la charge (excentricité), égal à F_{oi}/F_{cj} ;
- F' force de poussée appliquée sur le chantier, en méganewtons ;
- F_{cj} force de poussée maximale admissible dans le cas d'une angulation fermée, en méganewtons ;
- F_j force de poussée théorique admissible déclarée par le fabricant, en méganewtons ;
- $F_{j\max}$ force de poussée théorique admissible maximale, en méganewtons ;
- F_{oi} force de poussée maximale admissible dans le cas d'une angulation ouverte, en méganewtons ;
- f_{ck} valeur caractéristique de la résistance à la compression du béton, en mégapascals (newtons par millimètre carré) ;
- z partie du diamètre où il y a compression dans le plan de l'assemblage, en mètres.

B.3 Critères de calcul

B.3.1 Principes

Le calcul de la force de poussée relatif à un tuyau particulier dépend de la valeur caractéristique de la résistance à la compression du béton, f_{ck} , déclarée par le fabricant pour le calcul et vérifiée sur la base d'essais sur éprouvettes carottées selon 6.8 (voir 5.3.2.1), ainsi que de la surface comprimée des tranches d'assemblage, A_c .

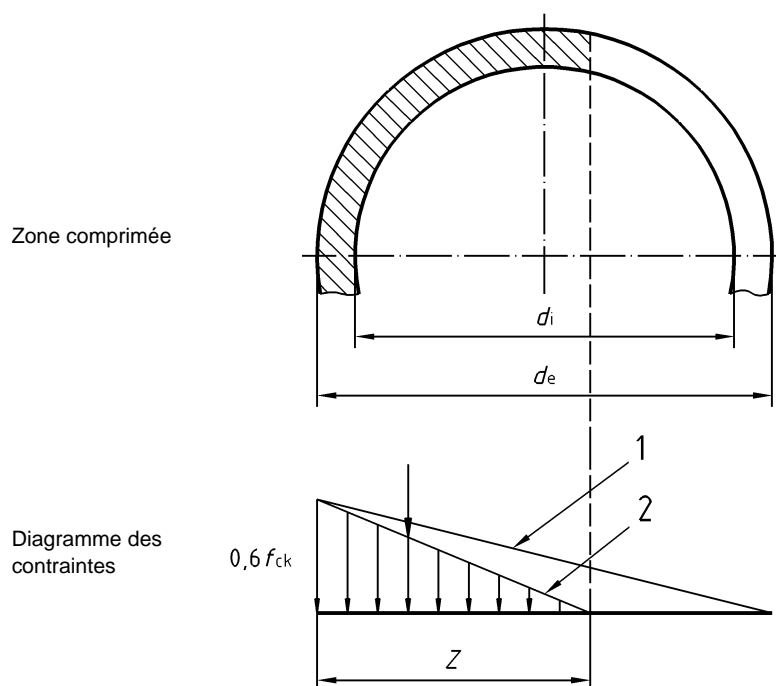
La force de poussée théorique admissible maximale $F_{j \max}$ doit être calculée par le fabricant en supposant qu'elle est perpendiculaire aux tranches d'extrémité (absence de déviation et toutes faces de poussée parfaitement d'équerre) et en appliquant à f_{ck} un coefficient de sécurité (matériau) de $1,67 f_{ck}$ ($f_{ck}/1,67 = 0,6 f_{ck}$) :

$$F_{j \max} = 0,6 f_{ck} \times A_c \quad (F_j \leq F_{j \max})$$

Dans le cas d'une angulation fermée, la force de poussée maximale admissible F_{cj} ne doit pas dépasser la valeur maximale calculée en supposant une contrainte nulle à une extrémité du diamètre et croissant de façon uniforme jusqu'à atteindre 60 % de f_{ck} à l'extrémité opposée :

$$F_{cj} = 0,5 F_{j \max} \text{ lorsque } F_{cj} = 0,5 F_j$$

Dans le cas d'une angulation ouverte et la poussée s'appliquant de façon plus excentrée, la contrainte de compression maximale s'exerçant au bord de la face de poussée ne doit pas dépasser 60 % de f_{ck} . La répartition correspondante des contraintes dans l'assemblage est représentée à la Figure B.1. Dans ce cas, la force de poussée maximale admissible F_{oj} sera plus faible que dans le cas d'une angulation fermée.



Légende

- 1 Angulation fermée (assemblage au contact sur toute la surface)
- 2 Angulation ouverte (assemblage partiellement au contact)

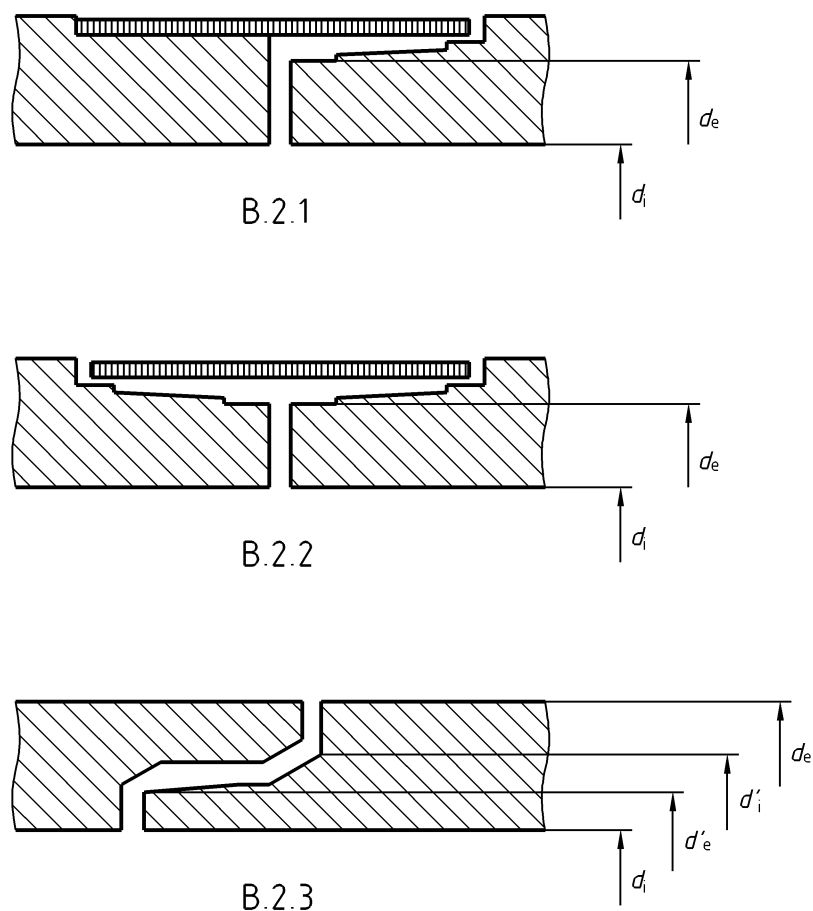
Figure B.1 — Zone comprimée et diagramme des contraintes en cas de déviation angulaire

La surface comprimée des tranches d'assemblage doit être calculée en considérant les épaisseurs minimales de paroi à l'assemblage (voir Figure B.2.) :

$$A_c = (d_e^2 - d_i^2) \times \pi / 4 \quad \text{dans le cas des assemblages à manchette}$$

$$A_c = \left[(d_e^2 - d_i^2) + (d'_e{}^2 - d'_i{}^2) \right] \times \pi / 4 \quad \text{dans le cas des assemblages à mi-épaisseur}$$

NOTE La surface A_c est la surface comprimée de la tranche d'assemblage telle qu'indiquée sur la Figure B.2 et non celle du matériau répartiteur de poussée éventuel, qui ne devrait pas réduire la largeur de contact, mesurée depuis chacun des bords, de plus de 20 %.

**Légende**

B.2.1 Assemblage à manchette scellée

B.2.2 Assemblage à manchette libre

B.2.3 Assemblage à mi-épaisseur

Figure B.2 — Définition des diamètres pour différents types d'assemblages contenus dans l'épaisseur de la paroi**B.3.2 Cas de l'angulation fermée**

Dans le cas de l'angulation fermée, il n'y a pas de jeu entre deux tuyaux adjacents, le matériau répartiteur de poussée absorbant toute déviation ; en conséquence, la formule à appliquer pour le calcul de la force de poussée maximale admissible F_{cj} est la suivante :

$$F_{cj} \leq 0,5 F_{j \max} \quad \text{où } F_{cj} = 0,5 F_i$$

$$\text{et } 0,5 F_{j \max} = 0,3 f_{ck} \times A_c$$

B.3.3 Cas de l'angulation ouverte

Dans le cas de l'angulation ouverte, deux tuyaux adjacents présentent un jeu variable entre le matériau répartiteur de poussée et la tranche de l'assemblage ; en conséquence, la formule à appliquer pour le calcul de la force de poussée maximale admissible est la suivante :

$$F_{oj} \leq 0,3 e \times f_{ck} \times A_c \quad \text{où } F_{oj} = e \times F_{cj}$$

$$\text{et } e \leq 1.$$

La valeur de e en fonction des diamètres à l'assemblage est donnée par le diagramme de la Figure B.3.

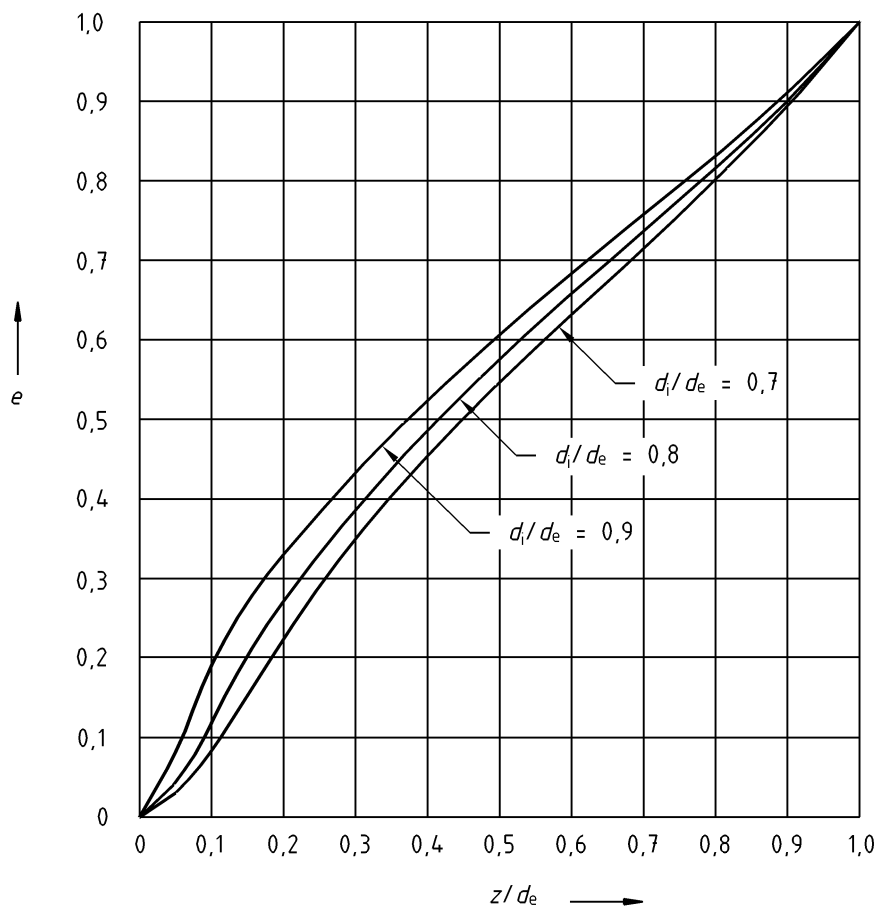


Figure B.3 — Coefficient de réduction de la charge (excentricité) $e = F_{Oj}/F_{Cj}$ en fonction des diamètres à l'assemblage

NOTE Les valeurs de la Figure B.3 ont été calculées par la formule suivante :

$$e = e' / (\pi \times (1 - \xi^2) \times z/d_e)$$

avec (angles exprimés en radians) :

$$\xi = d_i/d_e$$

$$e' = \eta \times \left[\cos^{-1}(-\eta) - \xi^2 \times \cos^{-1}(-\eta/\lambda) \right] + \left[\left((2 + \eta^2) \times \sqrt{1 - \eta^2} - (2\xi^2 + \eta^2) \times \sqrt{\lambda^2 - \eta^2} \right) / 3 \right]$$

où :

$$\eta = 2 (z/d_e) - 1$$

et :

$$\begin{aligned} \lambda &= \xi \text{ si } \xi \geq |\eta| ; \\ \lambda &= |\eta| \text{ si } \xi < |\eta|. \end{aligned}$$

B.4 Exemple

B.4.1 Hypothèses de calcul

Tuyau :

$$d_i = 1,500 \text{ m}$$

$$d_e = 1,735 \text{ m}$$

$$d_i / d_e = 0,865$$

Résistance du béton :

Valeur déclarée de la résistance caractéristique à la compression $f_{ck} = 40 \text{ MPa (N/mm}^2\text{)}$.

Force de poussée :

Force de poussée théorique admissible déclarée $F_j = 14,3 \text{ MN}$.

NOTE F_j doit être inférieure ou égale à $F_{j \max}$. Dans cet exemple, le fabricant a choisi de déclarer F_j égale à $F_{j \max}$ (voir B.4.2).

B.4.2 Calculs

$$A_c = (d_e^2 - d_i^2) \times \pi/4 = (1,735^2 - 1,500^2) \times \pi/4 = 0,597 \text{ m}^2$$

$$F_{j \max} = 0,6 f_{ck} \times A_c = 0,6 \times 40 \times 0,597 = 14,3 \text{ MN}$$

Cas de l'angulation fermée :

$$F_{cj} = 0,5 F_j = 0,5 \times 14,3 = 7,2 \text{ MN}$$

Cas de l'angulation ouverte :

On suppose ici, compte tenu de la déviation attendue (du fait du fonçage), que la partie effective du diamètre où il y a compression dans le plan de l'assemblage vaut :

$$z = 0,5 d_e$$

Le coefficient de réduction de la charge (excentricité) e peut être déterminé à partir de la Figure B.1, sur laquelle on doit considérer une courbe intermédiaire entre $d_i/d_e = 0,8$ et $d_i/d_e = 0,9$:

$$e = 0,595$$

Dans le cas supposé d'une angulation ouverte, la force de poussée maximale admissible vaut :

$$F_{oj} = e \times F_{cj} = 0,595 \times 7,2 = 4,3 \text{ MN}$$

NOTE Cette force de poussée maximale admissible doit être supérieure à la force de poussée appliquée sur le chantier, F , qui devrait intégrer un coefficient de sécurité déterminé par l'entrepreneur, tenant compte de la méthode de fonçage qu'il applique, de la nature du sol et des aléas éventuels ; soit $F < F_{oj}$.

Annexe C

(normative)

Méthode d'essai pour la détermination de la résistance à l'écrasement**C.1 Principe**

L'objectif de cet essai est d'évaluer la résistance à l'écrasement d'un tuyau. Pour les essais de type initiaux et les essais dans le cadre du contrôle régulier, voir le Tableau C.1. L'essai de référence pour la résistance à l'écrasement doit toujours être conforme à la présente annexe, qu'il s'agisse d'un tuyau en béton non armé contrôlé selon l'annexe K ou d'un tuyau en béton armé ayant fait l'objet d'un contrôle allégé (voir I.1.1).

Tableau C.1 — Essais de résistance à l'écrasement prescrits

Résistance à l'écrasement	Tuyaux en béton non armé (conformément à l'annexe I)		Tuyaux en béton fibré acier	Tuyaux en béton armé	
	Sans utiliser l'option de l'annexe K	Utilisant l'option de l'annexe K		Contrôle courant ^{a)}	Contrôle allégé ^{a)}
Épreuve, $F_c = 0,67 F_n$	—	—	T/R	T/R	—
Épreuve, $F_c = 0,8 F_n$	—	—	—	—	T/R
Ultime (rupture), F_u	T/R	T/R	T/R	T/R	—
$1,2 F_n$	—	—	—	—	T/R
Charge minimale d'écrasement, F_n	—	T/R	—	—	—
$0,67 F_n$ réappliqué	—	—	T/R	—	—
T signifie essai de type initial ; R signifie essai régulier dans le cadre du contrôle régulier.					
a) Voir I.1.1.					

C.2 Appareillage

L'appareillage doit être constitué par une machine d'essai capable d'appliquer la totalité de la charge sans à-coups ni chocs, avec une précision de 3 % par rapport à la charge d'essai prescrite. La machine d'essai doit être équipée d'un dispositif d'enregistrement de la charge.

C.3 Préparation

À la discrétion du fabricant, il est permis d'humidifier le tuyau pendant un maximum de 28 h avant l'essai.

C.4 Mode opératoire

C.4.1 Généralités

Le tuyau doit être positionné dans la machine d'essai comme indiqué sur la Figure C.1 ou C.2 selon le cas et être supporté et chargé par des appuis rigides placés parallèlement à l'axe longitudinal du tuyau. Les appuis peuvent être continus ou segmentés.

La résultante de la charge appliquée doit passer par un point situé à une distance de $l/2$ de la tranche extérieure de l'about femelle et la charge doit être uniformément répartie comme indiqué Figure C.1. À la discrétion du fabricant, la longueur chargée du tuyau utilisé dans l'essai peut être prolongée au droit de l'about femelle. Lorsqu'on utilise des appuis segmentés, la longueur chargée ne doit pas être inférieure à 40 % de la longueur intérieure du fût.

Pour les tuyaux circulaires, la charge doit être appliquée par l'intermédiaire d'un seul appui supérieur. L'appui inférieur doit être constitué par un support en forme de V avec un angle d'ouverture (β) de $150^\circ \pm 3^\circ$ (voir Figure C.2a) ou, au choix du fabricant, par deux supports d'entr'axe tel qu'ils sous-tendent un angle de $30^\circ \pm 3^\circ$ au centre du tuyau (voir Figure C.2c). Pour les tuyaux de dimension supérieure à DN 1 200, il est permis, au choix du fabricant, d'utiliser un appui supérieur en V avec un angle d'ouverture (β) de $150^\circ \pm 3^\circ$ au lieu d'un appui supérieur unique (voir Figure C.2b).

Pour les tuyaux à embase, la charge doit être appliquée au moyen d'un appui supérieur et ils doivent être placés sur deux supports d'entr'axe égal à 0,3 fois le diamètre intérieur, ou la largeur intérieure, selon la forme de la section intérieure (voir Figure C.3). Pour les tuyaux de dimension nominale supérieure à DN 1 200, il est permis, au choix du fabricant, d'appliquer la charge, soit au moyen d'un appui supérieur en V avec un angle d'ouverture (β) de $150^\circ \pm 3^\circ$, soit au moyen de deux appuis supérieurs d'entr'axe égal à la distance séparant les points d'application de la charge dans le cas d'un support en forme de V, calculée pour les dimensions réelles du tuyau.

La bande de matériau élastomère des faces d'appui doit avoir une dureté moyenne de 50 DIDC \pm 5 DIDC et une épaisseur de 20 mm \pm 5 mm.

Chacune des bandes d'appui doit avoir une largeur maximale fixée par le fabricant et conforme au Tableau C.2, excepté pour les supports en forme de V pour lesquels il n'y a pas de limite.

À la discrétion du fabricant, les bandes d'appui en élastomère peuvent être remplacées par du plâtre ou du soufre, à condition que la largeur ne dépasse pas les valeurs indiquées au Tableau C.2.

Tableau C.2 — Largeur maximale des bandes d'appui

Diamètre/largeur du tuyau DN ou WN	Largeur maximale mm
DN/WN \leq 400	50
400 < DN/WN \leq 1 200	100
1 200 < DN \leq 1 750	150

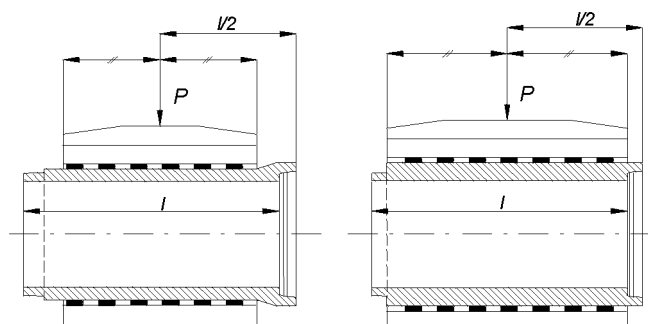
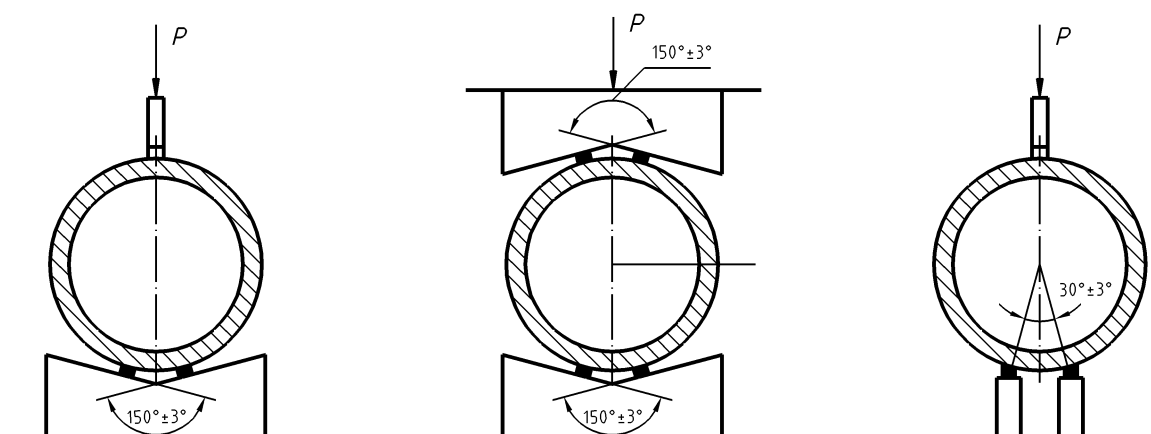


Figure C.1 — Appuis inférieur et supérieur pour l'essai d'écrasement



(ne s'applique pas aux tuyaux de $DN \leq 1\,200$)

Figure C.2 — Dispositions types pour l'essai d'écrasement des tuyaux circulaires

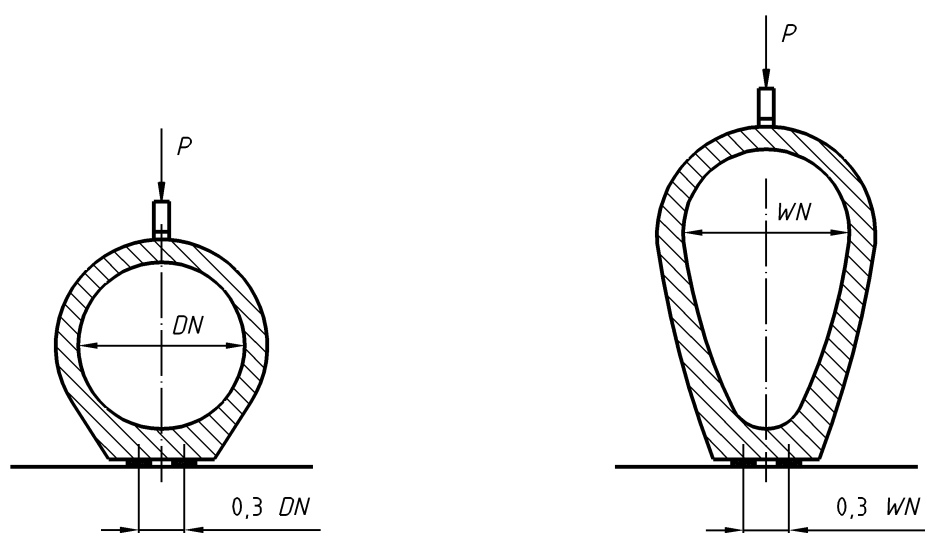


Figure C.3 — Dispositions pour l'essai d'écrasement des tuyaux à embase dans le cas où la charge est appliquée au moyen d'un appui supérieur unique

La charge doit être appliquée de sorte que la mise en charge soit continue jusqu'à la charge d'essai spécifiée en C.4.2, C.4.3 ou C.4.4, selon le cas. La vitesse de montée en charge doit être comprise entre 20 kN/m et 25 kN/m par minute, mais aucun ajustement dans les réglages de la machine d'essai ne doit être réalisé tandis que le tuyau commence à se déformer rapidement avant rupture.

C.4.2 Tuyaux en béton non armé

Lorsque le fabricant choisit de ne pas contrôler la résistance à l'écrasement conformément à l'annexe K, la charge doit être portée à la charge ultime (rupture) et enregistrée. Lorsque le contrôle est effectué conformément à l'annexe K pour un procédé spécifique, la charge doit être portée à la charge minimale d'écrasement ou à la charge ultime (rupture), selon le cas, et il doit être noté si l'élément a résisté à la première ou à cette dernière charge, selon le cas.

C.4.3 Tuyaux en béton fibré acier

La charge doit être portée à la charge d'épreuve spécifiée, maintenue pendant une minute et le tuyau examiné pour déterminer la présence de fissures. Le résultat de ce contrôle doit être enregistré. Dans le cas où aucune fissure n'est mise en évidence, la charge doit alors être augmentée jusqu'à la charge ultime (rupture), et celle-ci doit être enregistrée. Une fois la charge redescendue à 95 % (ou moins) de la charge enregistrée alors que la pression continue à être appliquée, l'élément doit être déchargé, puis la charge réappliquée jusqu'à 0,67 fois la charge minimale d'écrasement spécifiée, et maintenue pendant une minute ; on note si le tuyau a résisté ou non à cette charge pendant le temps fixé.

C.4.4 Tuyaux en béton armé

La charge doit être portée à la charge d'épreuve (fissuration) et maintenue. Toute fissure éventuelle doit être mesurée en surface, optiquement, avec un compte-fils ou un instrument équivalent, au bout de trois à cinq minutes puis à intervalles de une à deux minutes, la charge étant maintenue à la charge d'épreuve (fissuration) spécifiée de manière à s'assurer que la fissure est stabilisée. Une fissure est considérée comme stabilisée lorsque deux mesures consécutives sont identiques. Les résultats de chaque contrôle doivent être enregistrés. Pour l'essai de type initial, et si spécifié dans le Tableau I.1, la charge doit ensuite être augmentée jusqu'à atteindre la charge ultime (rupture) F_u et cette valeur enregistrée.

Lorsque le fabricant opte pour le contrôle allégé de la résistance à l'écrasement pour un procédé particulier (voir I.1.1), la charge ne doit être augmentée que de 1,2 fois la charge minimale d'écrasement F_n au lieu de la charge ultime (de rupture) F_u et la charge d'épreuve (fissure) F_c doit être augmentée de 0,67 F_n (voir 5.2.3) à 0,8 F_n .

C.5 Expression des résultats

Le résultat de l'essai doit être exprimé par la charge totale divisée par la longueur intérieure du fût et doit être corrigé selon le dispositif d'essai retenu et enregistré par le fabricant de manière à obtenir le résultat d'essai effectif.

Le résultat d'essai effectif F_a s'obtient à partir de la formule suivante :

$$F_a = k_b \times (P + P^*)/l$$

où :

F_a est le résultat d'essai effectif, en kilonewtons par mètre ;

k_b est un coefficient de conversion dépendant du dispositif d'essai (voir Tableau C.3) ;

P est la charge d'essai mesurée, en kilonewtons ;

P^* est le poids propre effectif de l'appui (des appuis) de chargement, en kilonewtons ;

l est la longueur intérieure du fût, en mètre.

Tableau C.3 — Coefficient de conversion k_b

Section transversale du tuyau	Dispositif d'essai		Coefficient de conversion k_b
	DN/WN \leq 1 200	DN/WN $>$ 1 200	
Circulaire	Figures C.2a et C.2c	Figures C.2a et C.2c	1,00
		Figure C.2b	0,64
Circulaire avec embase	Figure C.3a	Figure C.3a	1,00
		Figure C.3a avec un appui en forme de V à 150° (voir NOTE 1)	à calculer par le fabricant (voir NOTE 2)
Ovoïde	Figure C.3b	—	1,00

NOTE 1 Au choix du fabricant, il est admis, au lieu de l'appui supérieur en forme de V à 150°, d'utiliser deux appuis avec un entr'axe égal à la distance séparant les points d'application de la charge dans le cas de l'appui en forme de V.

NOTE 2 Le coefficient de conversion k_b pour les tuyaux circulaires avec embase chargés au moyen d'un appui en forme de V (ou de deux appuis) dépend de la distance entre les points d'application ; parce que la structure comporte trois degrés de liberté, un calcul de résistance mécanique doit être réalisé par le fabricant dans chaque cas.

NOTE 3 Une valeur de 1,00 pour le coefficient de conversion k_b n'est correcte que si l'épaisseur de l'embase est la même que l'épaisseur de paroi autour du reste du tuyau. Si l'épaisseur de l'embase est supérieure à l'épaisseur de paroi restante, la structure comporte trois degrés de liberté et un calcul de résistance mécanique effectué par le fabricant sera nécessaire dans chaque cas.

Annexe D

(normative)

Méthode d'essai pour la détermination de la résistance à la flexion longitudinale

D.1 Principe

L'objet de cet essai est d'évaluer la résistance à la flexion longitudinale des tuyaux circulaires de diamètre inférieur ou égal à DN 250, dont la longueur intérieure du fût est supérieure à six fois le diamètre extérieur.

D.2 Appareillage

L'appareillage doit être globalement rigide et massif de telle sorte que la distribution de la charge ne soit pas affectée de façon appréciable par une déformation ou un déplacement quelconques. Le mode d'appui et de chargement doit être tel que décrit en D.3.2 ou D.3.3. L'appareillage doit être convenablement étalonné et contrôlé de façon à être apte à appliquer la charge d'essai voulue.

D.3 Mode opératoire

D.3.1 Généralités

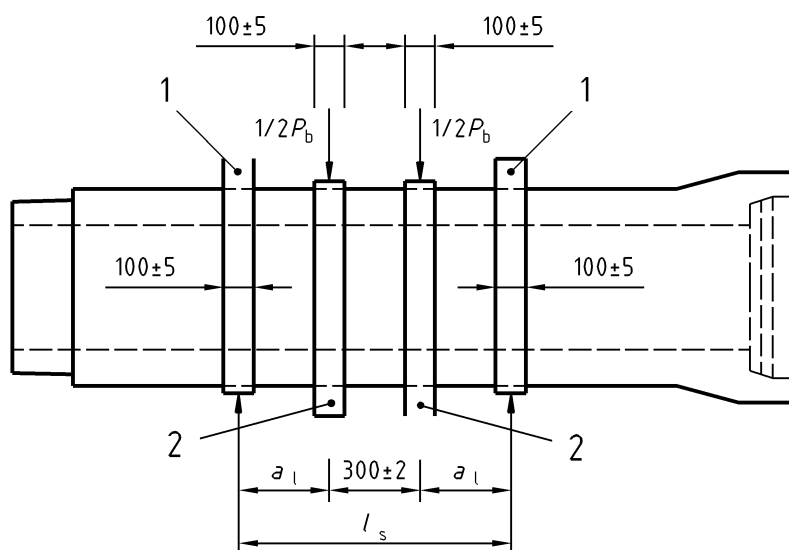
L'éprouvette doit être constituée par un tuyau circulaire entier ou un tronçon de tuyau circulaire, avec ou sans about femelle ; la longueur intérieure du fût doit être supérieure à 1,25 m. À la discrétion du fabricant, il est permis d'humidifier l'éprouvette pendant un maximum de 28 h avant de réaliser l'essai.

La charge doit être appliquée au tuyau sans vibration soudaine ni choc, à une vitesse uniforme comprise entre 6 kN par minute et 9 kN par minute.

D.3.2 Chargement en quatre points

Le tuyau doit être placé en position horizontale avec un bras de levier supérieur ou égal à 300 mm dans un dispositif tel que celui de la Figure D.1 et chargé en conséquence. Chaque élingue doit être conçue de façon à ce que le contact soit assuré sur un arc d'au moins 120° sur la circonférence de l'échantillon.

Dimensions en millimètres

**Légende**

- 1 Élingue support
2 Élingue de chargement

Le bras de levier a_l doit être ≥ 300 mm

Figure D.1 — Dispositif de chargement et d'appui (quatre points)

D.3.3 Chargement en trois points

NOTE Cette méthode convient uniquement lorsque le mode de rupture correspond manifestement à celui d'une poutre. S'il y a doute (s'il y a écrasement des bouts, par exemple), il convient d'utiliser la méthode décrite en D.3.2.

Le tuyau doit être placé en position horizontale dans un dispositif tel que celui de la Figure D.2 et chargé en conséquence. Les trois blocs d'appui doivent être revêtus d'un matériau élastomère d'une dureté moyenne de 50 DIDC ± 5 DIDC, d'une épaisseur de $20 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$ et d'une largeur de $100 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$, sur un arc de 120° , adapté au fût du tuyau.

Dimensions en millimètres

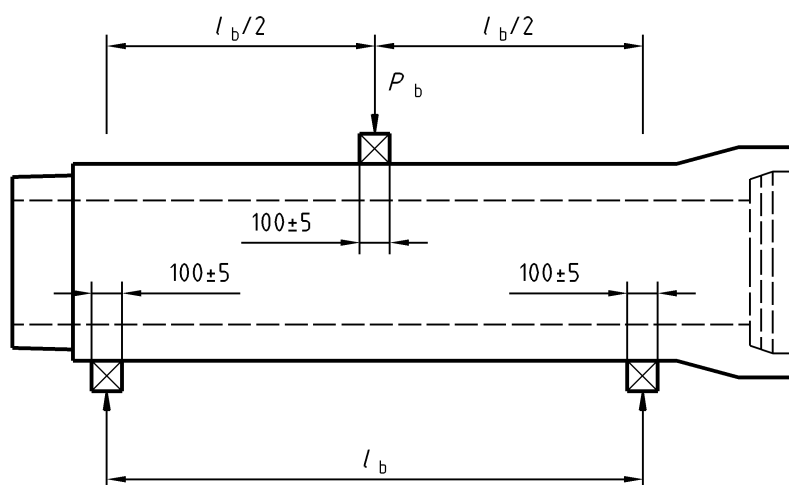


Figure D.2 — Dispositif de chargement et d'appui (trois points)

D.4 Expression des résultats

D.4.1 Chargement en quatre points

La résistance à la flexion longitudinale est calculée comme étant égale à :

$$M = P_b \times a_1/2$$

où :

M est le moment fléchissant longitudinal résistant, en kilonewton mètre ;

P_b est la charge totale appliquée, en kilonewton ;

a_1 est la longueur du bras de levier = $0,5 \times (l_s - 0,3)$, en mètre ;

l_s est la portée entre axes des appuis, en mètre.

D.4.2 Chargement en trois points

La résistance à la flexion longitudinale est calculée comme étant égale à :

$$M = P_b \times l_b/4$$

où :

M est le moment fléchissant résistant, en kilonewton mètre ;

P_b est la charge totale appliquée, en kilonewton ;

l_b est l'entr'axe des bandes d'appui inférieures, en mètre, et doit être aussi grande que l'éprouvette le permet.

Annexe E

(normative)

Méthodes d'essai pour la détermination de l'étanchéité à l'eau

E.1 Principe

L'objet de cet essai est d'évaluer si un élément seul ou un assemblage demeurent étanches sous la pression hydrostatique interne spécifiée ; dans le cas de l'assemblage, l'évaluation se fait alors qu'il est soumis à une déviation angulaire et/ou une charge de cisaillement. L'essai hydrostatique n'est pas applicable aux éléments ayant une épaisseur de paroi théorique supérieure à 125 mm.

E.2 Appareillage

L'appareillage utilisé pour chacun de ces essais doit permettre de fixer solidement l'élément (les éléments), d'obturer les extrémités par des dispositifs appropriés et d'appliquer la pression hydrostatique interne spécifiée pendant la durée requise. La pression ne doit pas dépasser la valeur spécifiée de plus de 10 % et ne doit en aucun cas lui être inférieure. Pour l'essai de l'assemblage, l'appareillage doit pouvoir loger deux éléments, montés avec un assemblage souple et supportés de telle manière qu'ils puissent se déplacer l'un par rapport à l'autre dans les limites spécifiées.

E.3 Préparation

À la discrétion du fabricant, il est permis d'humidifier les éléments pendant un maximum de 28 h avant l'essai ; le fabricant doit, avant d'effectuer l'essai, noter s'il a opté ou non pour l'humidification. La surface extérieure des éléments doit être suffisamment sèche pour permettre la mise en évidence de tout défaut d'étanchéité éventuel.

E.4 Mode opératoire (essai hydrostatique — essais réguliers et essais de type initiaux)

Lorsque la durabilité des assemblages est démontrée par la méthode 1 ou la méthode 3 en 4.3.4.2, un élément seul doit être solidement fixé dans l'appareillage, ses extrémités obturées, puis il doit être rempli d'eau en veillant à éliminer tout l'air. La pression hydrostatique interne doit alors être augmentée graduellement jusqu'à 50 kPa (0,5 bar ou environ 5 m de colonne d'eau), mesurée depuis l'axe de l'élément, et maintenue pendant une durée de 15 min, au cours de laquelle la conformité à 4.3.7 doit être vérifiée avant que la pression interne ne soit ramenée à zéro.

E.5 Mode opératoire (essai sur un assemblage)

E.5.1 Généralités

Deux éléments doivent être emboîtés dans l'appareillage avec leur(s) garniture(s) d'étanchéité, et obturés à leurs extrémités ou à l'intérieur en isolant l'assemblage à essayer. Lorsque le fabricant se propose de réaliser des mesurages réguliers des assemblages (voir Tableau H.2), l'essai de type initial doit être effectué en assemblant les éléments de telle sorte que la combinaison de tolérances admises soit la plus défavorable. Dans tous les autres cas l'about mâle et l'about femelle à assembler doivent être choisis au hasard parmi les deux éléments échantillonnés. Lors du remplissage des éléments, on doit veiller à ce que tout l'air soit éliminé.

E.5.2 Étanchéité sous déviation angulaire

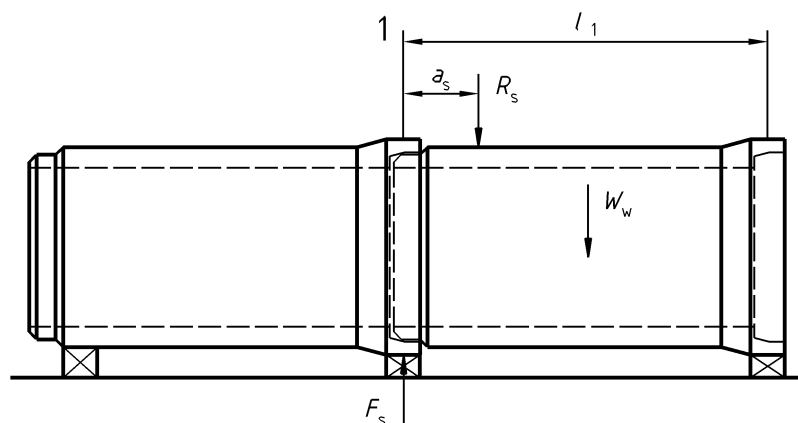
Les éléments doivent être déviés d'un angle de 12 500/DN en millimètres par mètre (ou 12 500/WN, selon la géométrie de la section intérieure) ou d'un angle de 50 mm/m, si cette valeur est inférieure, en veillant à ce que cela n'entraîne aucun désordre structurel. Dans le cas d'éléments ovoïdes, la déviation doit se faire dans le plan vertical. On doit empêcher, pendant cette opération, que le jeu de pose ne se referme en un point quelconque de l'assemblage ; pour cela, on peut par exemple interposer au point approprié une cale d'épaisseur égale à la valeur moyenne du jeu déclaré dans les documents de fabrication.

NOTE L'angle calculé à partir de la déviation angulaire n'est pas nécessairement celui qui peut être accepté pendant la pose, notamment pendant les opérations de fonçage. Une consultation entre poseur et fabricant est recommandée.

Une pression hydrostatique interne de 50 kPa (0,5 bar ou environ 5 m de colonne d'eau), mesurée à l'axe des éléments, doit alors être appliquée et maintenue pendant une période de 15 min au cours de laquelle la conformité de l'assemblage à 4.3.7 doit être vérifiée avant que la pression interne ne soit ramenée à zéro.

E.5.3 Étanchéité à l'eau sous cisaillement

L'assemblage doit être supporté comme indiqué à la Figure E.1.



Légende

1 Axe de la garniture d'étanchéité

Figure E.1 — Essai sous cisaillement

Si une charge complémentaire R_s est requise afin d'obtenir une réaction égale à la charge de cisaillement F_s (voir Figure E.1), elle doit être appliquée verticalement aussi près que possible de la tranche extérieure de l'about femelle avec une vitesse de chargement d'environ 10 kN par minute. La valeur de R_s doit être calculée selon la formule suivante :

$$R_s = (F_s - W_w/2) \times l_1 / (l_1 - a_s) \geq 0, \text{ en kilonewtons}$$

où :

W_w est le poids d'un élément rempli d'eau, en kilonewtons.

La charge doit être transmise au moyen d'un appui en forme de V présentant un angle d'ouverture minimal de 120°, d'une longueur de 100 mm. À la discrétion du fabricant, l'appui peut être garni d'une bande de matériau élastomère d'une épaisseur maximale de 20 mm et d'une dureté moyenne supérieure ou égale à 45 DIDC.

Une pression hydrostatique interne de 50 kPa (0,5 bar ou environ 5 m de colonne d'eau), mesurée à l'axe des éléments, et une charge de cisaillement F_s égale, en kilonewtons, à 0,03 fois DN ou WN selon la géométrie de la section intérieure, doivent ensuite être appliquées et maintenues pendant une période de 15 min au cours de laquelle la conformité de l'assemblage à 4.3.7 doit être vérifiée avant que la pression interne ne soit ramenée à zéro.

E.5.4 Étanchéité sous déviation angulaire et cisaillement

Au lieu d'effectuer séparément les essais d'étanchéité sous déviation angulaire et d'étanchéité sous cisaillement conformément à E.5.2 et E.5.3 respectivement, le fabricant peut choisir de combiner les deux essais.

L'essai combiné consiste, simultanément, en un essai d'étanchéité à l'eau sous déviation angulaire conformément à E.5.2 et en un essai de cisaillement conformément à E.5.3, sauf que la charge de cisaillement F_s en kilonewtons doit être égale à 0,01 fois DN ou WN selon la forme de la section intérieure. La déviation angulaire et le cisaillement doivent être appliqués dans le même plan et dans la même direction.

Lorsque la déviation angulaire prescrite est atteinte, on doit commencer à procéder au cisaillement et ensuite à appliquer la pression hydrostatique interne conformément à E.5.2 et E.5.3.

Cette disposition doit être maintenue pendant la durée prescrite, au cours de laquelle la conformité de l'assemblage à 4.3.7 doit être vérifiée avant que la pression interne ne soit ramenée à zéro.

E.6 Expression des résultats

Il doit être consigné si l'élément individuel ou l'assemblage a satisfait ou non les prescriptions fixées.

Annexe F

(normative)

Méthode d'essai pour la mesure de l'absorption d'eau

F.1 Principe

L'objet de cet essai est d'évaluer l'absorption d'eau par immersion du béton durci, définie comme la différence entre la masse d'une éprouvette immergée dans l'eau et la masse de cette même éprouvette une fois séchée, rapportée à la masse à l'état sec.

F.2 Éprouvettes

La masse de l'éprouvette, lorsqu'elle est découpée dans un élément durci, ne doit pas être inférieure à 2 kg ni supérieure à 4 kg.

F.3 Appareillage

L'appareillage consiste en une étuve ventilée réglée à $105\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ et en une balance de sensibilité égale à 0,05 % de la masse de l'éprouvette.

F.4 Mode opératoire

F.4.1 Détermination de la masse de l'éprouvette immergée m_1

L'éprouvette doit être portée à une température de $20\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$, puis immergée dans de l'eau du robinet à la même température jusqu'à atteindre une masse constante. Cette opération doit être réalisée par étapes, en immergeant l'éprouvette successivement, à intervalles de une heure, d'environ 1/3 de la hauteur, puis d'environ 2/3 et enfin de la totalité de sa hauteur, avec un recouvrement final de 20 mm.

La masse constante m_1 doit être considérée atteinte lorsque la différence de masse entre deux pesées effectuées à 24 ± 1 h d'intervalle est inférieure à 0,1 % de la valeur moyenne de la masse de l'éprouvette immergée.

Avant toute pesée, la surface de l'éprouvette doit être séchée, par exemple avec une éponge (mouillée et essorée) de façon à éliminer toute eau superficielle.

F.4.2 Détermination de la masse de l'éprouvette à l'état sec m_2

L'éprouvette doit être séchée jusqu'à masse constante dans une étuve ventilée dont la température est de $105\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.

NOTE Il est recommandé de vérifier que la capacité et la ventilation de l'étuve sont suffisantes pour sécher le nombre d'éprouvettes introduites. Il convient de ne pas introduire d'éprouvettes humides avant que les précédentes ne soient complètement sèches.

La masse m_2 doit être déterminée après refroidissement de l'éprouvette à une température de $20\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$. La masse constante m_2 doit être considérée atteinte lorsque la différence de masse entre deux pesées effectuées à au moins 24 h d'intervalle est inférieure à 0,1% de la valeur moyenne de la masse de l'éprouvette sèche.

F.5 Expression des résultats

Le coefficient d'absorption d'eau par immersion, A_w , exprimé en pour cent, avec deux décimales, doit être déduit de la formule suivante et noté :

$$A_w = 100 \times (m_1 - m_2)/m_2$$

où :

m_1 est l'augmentation de masse due à l'immersion ;

m_2 est la masse à l'état sec.

Annexe G

(normative)

Système d'assurance de la qualité du fabricant

G.1 Organisation

G.1.1 Responsabilité et autorité

La responsabilité, l'autorité et les relations de toutes les personnes qui dirigent, effectuent et vérifient les tâches qui ont une incidence sur la qualité doivent être définies ; cela concerne en particulier les personnes qui ont besoin de la liberté et de l'autorité organisationnelles pour :

- déclencher des actions permettant de prévenir l'apparition répétée de défectueux ;
- identifier et enregistrer tout problème de qualité relatif au produit.

G.1.2 Représentant de la direction pour le contrôle de la production en usine

Le fabricant doit désigner une personne qui, nonobstant d'autres responsabilités, doit avoir l'autorité, la connaissance et l'expérience de la fabrication des éléments qui sont nécessaires pour assumer la responsabilité de la conduite et de la supervision des modes opératoires de contrôle de la production en usine et assurer que les prescriptions imposées sont mises en œuvre de manière permanente.

G.1.3 Revue de direction

Le système de contrôle de la production adopté pour satisfaire aux prescriptions de la présente annexe doit être examiné à la fréquence spécifiée dans les documents de fabrication afin d'assurer qu'il demeure constamment approprié et efficace. Des enregistrements de telles revues doivent être tenus en permanence.

G.1.4 Documents de fabrication

Les documents de fabrication doivent, selon le cas, comporter les informations ci-après :

- la longueur intérieure du fût des tuyaux (4.3.3) ;
- la description, les dimensions, les tolérances des assemblages et des garnitures d'étanchéité, et des parties de la garniture assurant la fonction d'étanchéité (4.3.3/4.3.4/6.2/H) ;
- la teneur en fibres d'acier (5.11) ;
- les armatures (5.2.1/6.3.1/G.9) ;
- la valeur caractéristique de la résistance à la compression du béton (5.3.2) ;
- le jeu de pose (E.5.2) ;
- la fréquence d'examen du système de contrôle de la production (G.1.3) ;
- s'il a été procédé au contrôle courant ou au contrôle allégé pour la résistance à l'écrasement des tuyaux en béton armé (I.1.1) ;
- la résistance à la traction et à la flexion du béton (K) ;
- la géométrie de la section transversale du fut (K).

G.2 Système de contrôle de la production en usine

Le fabricant doit établir et tenir à jour un système documenté de contrôle de la production en usine qui permette d'assurer que les éléments sont conformes aux prescriptions spécifiées. Une attention particulière doit être apportée aux aspects suivants :

- la préparation des modes opératoires et instructions documentés relatifs au système de contrôle de la production en usine, en conformité aux prescriptions de la présente norme européenne ;
- la mise en œuvre effective des modes opératoires et instructions documentés relatifs au système de contrôle de la production en usine.

G.3 Contrôles et essais

G.3.1 Généralités

L'ensemble des installations, équipements et personnel nécessaires pour réaliser les contrôles et essais requis doit être disponible. Cette prescription peut aussi être satisfaite si, par contrat, le fabricant ou son représentant fait intervenir un sous-traitant (tout en conservant la responsabilité première) ayant les installations, équipements et personnel nécessaires. L'ensemble du matériel d'essai et de mesurage doit être étalonné, contrôlé et maintenu en état de manière à pouvoir prouver la conformité des éléments aux prescriptions imposées. La documentation et les certificats de ce matériel doivent être tenus à disposition. Les équipements doivent être utilisés de façon à assurer que l'incertitude de mesure est connue et compatible avec l'aptitude requise en matière de mesurage pour la prescription spécifiée.

G.3.2 État des contrôles et des essais

Le cas échéant, l'état des contrôles et des essais doit être identifié par des moyens indiquant la conformité ou la non-conformité des éléments mise en évidence par les contrôles et essais effectués.

Le marquage des éléments peut être réalisé en cours de production, à condition que toute marque de certification et le numéro de la norme EN soient effacés sur les éléments défectueux.

G.3.3 Essais

Les essais doivent être réalisés conformément aux méthodes spécifiées dans la présente norme européenne.

G.3.4 Enregistrement des contrôles et des essais

Les résultats du contrôle de la production en usine doivent être correctement enregistrés. Le(s) registre(s) doit (doivent) comporter la description des éléments, la date de fabrication, la méthode d'essai utilisée, les résultats de l'essai, les limites utilisées ainsi que la signature de la personne ayant réalisé le contrôle.

Lorsque les éléments contrôlés ne satisfont pas à la présente norme européenne ou si quelque indice montre qu'ils n'y satisfont pas, le(s) registre(s) du fabricant doit (doivent) comporter une note indiquant les dispositions prises pour faire face à la situation (réalisation d'un nouvel essai et/ou actions correctives au niveau du procédé spécifique considéré).

Le(s) registre(s) du fabricant doit (doivent) être conservés pendant au moins cinq ans.

G.3.5 Réclamations

Les détails de toutes les réclamations reçues quant à la qualité des éléments doivent être enregistrés de manière correcte. Le(s) registre(s) doit (doivent) comporter la description du produit, l'identification du chantier, la date de fabrication, la nature de la plainte et l'action entreprise en conséquence.

G.4 Action requise dans le cas de défectueux

G.4.1 Résultats non satisfaisants

Si le résultat d'un essai ou d'un contrôle relatif à un élément n'est pas satisfaisant, le fabricant doit prendre aussitôt les dispositions nécessaires pour pallier le défaut. Une fois le défaut rectifié, l'essai ou le contrôle concerné doit être répété sans retard, à condition que cela soit techniquement possible et nécessaire pour prouver que les défauts ont été corrigés.

G.4.2 Défectueux

Les défectueux (c'est-à-dire les éléments non conformes à une ou plusieurs prescriptions de la présente norme européenne) doivent être isolés et marqués en conséquence.

G.4.3 Information du client

Si nécessaire, dans le cas où les éléments ont été livrés avant que les résultats des essais aient été connus, notification doit être faite aux clients en vue d'éviter tout dommage qui en résulterait. Si les éléments ont été livrés et que leur production est rejetée lors de l'évaluation ultérieure de l'acceptabilité, le fabricant doit notifier à chacun des acquéreurs des éléments fabriqués et livrés depuis la précédente évaluation que la conformité de ces éléments ne peut être assurée.

G.5 Manutention, stockage, conditionnement et livraison

G.5.1 Généralités

Le fabricant doit établir, documenter et tenir à jour des modes opératoires de manutention, de stockage, de conditionnement et de livraison du produit.

G.5.2 Manutention

Le fabricant doit utiliser des méthodes et des moyens de manutention qui empêchent l'endommagement ou la détérioration.

G.5.3 Stockage

Le fabricant doit disposer d'aires de stockage sûres, afin d'empêcher l'endommagement ou la détérioration des éléments en attendant la livraison.

G.5.4 Conditionnement et marquage

Le fabricant doit maîtriser les procédés d'emballage, de conservation et de marquage (y compris les matériaux utilisés) autant que de nécessaire pour assurer la conformité à la présente norme européenne.

G.5.5 Traçabilité

Les éléments ou groupes d'éléments livrés doivent être définitivement identifiables et leur traçabilité doit être assurée quant aux données de fabrication. Pour cela, le fabricant doit établir et tenir à jour les enregistrements prescrits par la spécification technique applicable et marquer les éléments ou les documents de livraison en conséquence.

G.6 Formation et personnel

Le fabricant doit établir et tenir à jour des modes opératoires pour la formation de tout le personnel chargé d'une activité ayant une incidence sur la qualité. Les personnes chargées d'accomplir des tâches particulières doivent être qualifiées sur la base d'une formation initiale, d'une formation complémentaire et/ou d'une expérience appropriée selon le cas. Des enregistrements appropriés relatifs à la formation doivent être tenus à jour.

G.7 Contrôle des matériaux

Les résultats numériques, et ceux nécessitant une action suite aux contrôles et aux essais spécifiés dans les Tableaux G.1 à G.8 inclus, doivent être notés.

Le Tableau F.1 s'applique à tous les matériaux.

Le Tableau F.2 s'applique aussi à tous matériaux :

- non certifiés par une tierce partie qui se conforme à la norme EN 45011 ;
- non produits dans le cadre d'un système d'assurance de la qualité conforme à EN ISO 9001 et certifiés par une tierce partie qui se conforme à la norme EN 45012 ;
- non produits par un fournisseur pratiquant un système d'assurance de la qualité conforme au présent article et audité par le fabricant de produits en béton.

Tableau G.1 — Contrôle de tous les matériaux

Matériaux	Contrôles/essais	Objectif	Fréquence minimale
Tous matériaux	Contrôle du bordereau de livraison (et, le cas échéant, de l'étiquette sur le conteneur) montrant la conformité à la commande (la commande doit mentionner la(les) spécification(s))	S'assurer de la conformité de la fourniture à la commande ainsi que de la bonne origine	À chaque livraison

Tableau G.2 — Contrôle de certains matériaux

Matériaux	Contrôles/essais	Objectif	Fréquence minimale
1 Ciments	Le fabricant doit vérifier la conformité à la (aux) spécification(s)	S'assurer de la conformité	Un contrôle toutes les 1 000 t, avec un minimum de deux par mois
2 Granulats	Contrôle visuel de la fourniture	Comparaison avec l'aspect normal pour ce qui est de la granularité, de la forme, des impuretés ou de la pollution	À chaque livraison Pour chaque origine et chaque granularité
3	Analyse granulométrique par tamisage	Évaluer la conformité à la norme ou à la granularité convenue	1. À la première livraison d'une nouvelle origine 2. En cas de doute après un contrôle visuel 3. Une fois par semaine, plus souvent si les conditions locales ou de livraison l'exigent
4 Granulats	Essais pour déterminer la présence d'impuretés organiques ou la teneur en coquillages	Évaluer la présence et la quantité d'impuretés ou de polluants	1. À la première livraison d'une nouvelle origine 2. En cas de doute après un contrôle visuel
5 Adjuvants	Contrôle visuel de l'adjuvant	Comparaison avec l'aspect normal	À chaque livraison
6	Mesure de la densité	Comparaison avec la densité normale	À chaque livraison
7 Additions	Contrôle visuel de l'addition	Comparaison avec l'aspect normal	À chaque livraison

(à suivre)

Tableau G.2 — Contrôle de certains matériaux (fin)

Matériaux	Contrôles/essais	Objectif	Fréquence minimale
8 Eau de gâchage	Analyse chimique ou essai conformément à la spécification de référence	S'assurer que l'eau ne contient pas de composés néfastes	Uniquement si l'eau ne provient pas d'un réseau de distribution public : 1. À la première utilisation d'une nouvelle origine ; 2. En cas de doute, quel qu'il soit ; 3. Une fois par an ; 4. Trois fois par an lorsque l'eau provient d'un cours d'eau.
9 Fibres d'acier	La fabricant doit vérifier la conformité à la (aux) spécification(s)	S'assurer de la conformité	À chaque livraison mais pas plus d'une fois par mois
10 Acier pour armatures	La fabricant doit vérifier la conformité à la (aux) spécification(s)	S'assurer de la conformité	À chaque livraison mais pas plus d'une fois par mois
11 Garnitures d'étanchéité	La fabricant doit vérifier la conformité à la (aux) spécification(s)	S'assurer de la conformité	À chaque livraison mais pas plus d'une fois par mois

G.8 Contrôle du matériel

Le Tableau G.3 s'applique au contrôle du matériel.

Tableau G.3 — Contrôle du matériel

Matériel	Contrôles/essais	Objectif	Fréquence minimale
1 Stockage	Selon nécessités	Éviter les risques de pollution	Une fois par semaine
2 Matériel de pesage	Contrôle visuel du fonctionnement	S'assurer du bon fonctionnement du matériel	Une fois par jour
3	Vérification de la précision des pesées	Éviter l'imprécision des pesées	1. Lors de l'installation 2. Deux fois par an 3. En cas de doute quel qu'il soit
4 Doseurs à adjuvants	Contrôle visuel du fonctionnement	S'assurer que le doseur est propre et fonctionne correctement	Première gâchée de la journée pour chaque adjuvant
5	Vérification de la précision	Éviter l'imprécision du dosage	1. Lors de l'installation 2. Deux fois par an 3. En cas de doute quel qu'il soit
6 Doseurs d'eau	Comparaison de la quantité réellement dosée à l'indication du compteur	Éviter l'imprécision du dosage	1. Lors de l'installation 2. Deux fois par an 3. En cas de doute quel qu'il soit
7 Dispositif de dosage volumétrique	Contrôle visuel	S'assurer que le dispositif de dosage fonctionne correctement	Une fois par jour

(à suivre)

Tableau G.3 — Contrôle du matériel (fin)

Matériel	Contrôles/essais	Objectif	Fréquence minimale
8	Comparaison de la masse réelle des constituants de la gâchée avec la masse prévue, par une méthode appropriée aux dispositifs volumétriques	S'assurer de la précision du dosage	1. Lors de l'installation 2. Tous les trois mois 3. En cas de doute quel qu'il soit
9 Malaxeurs	Contrôle visuel	Vérifier l'usure du matériel de malaxage	Une fois par semaine
10 Moules et rondelles de base	Contrôle visuel	Vérifier la propreté des moules et des rondelles de base	Une fois par jour
11.	Contrôles dimensionnels	Contrôler l'usure	Lors de l'installation ou de la réinstallation du moule ou lors du renouvellement de l'équipement

G.9 Maîtrise des procédés

Le Tableau G.4 s'applique à la maîtrise de la composition du béton par rapport à celle prévue.

Le Tableau G.5 s'applique au contrôle de la production.

Le Tableau G.6 s'applique à la maîtrise du marquage et du stockage.

Le Tableau G.7 s'applique à la maîtrise de la livraison.

Tableau G.4 — Maîtrise de la composition du béton

Élément du procédé	Contrôles/essais	Méthode	Fréquence minimale
1 Béton	Teneur en chlorures	Calcul de la teneur en chlorures	Au démarrage et à chaque changement de fourniture
2	Malaxage correct	Contrôle visuel	Une fois par jour pour chaque malaxeur
3 Composition du mélange	Dosages corrects	Vérifier que la formulation du béton utilisée est correcte	Une fois par jour pour chaque malaxeur

Tableau G.5 — Contrôle de la production en usine

Élément du procédé	Contrôles/essais	Méthode	Fréquence minimale
4 Fabrication	Procédé de fabrication correct	Vérification de la conformité aux documents de fabrication	Une fois par jour
5 Armatures	Espacement moyen et pourcentage d'armatures périphériques sur la longueur intérieure du fût et distance aux extrémités des abouts mâles et femelles	Vérification de la conformité aux documents de fabrication, à la présente norme et aux spécifications de calcul	Une fois par jour
6 Produit	Dimension(s) significative(s) selon le procédé spécifique	Mesure	Au démarrage et une fois par jour

Tableau G.6 — Maîtrise du marquage et du stockage

Élément du procédé	Contrôles/essais	Méthode	Fréquence minimale
7 Marquage	Marquage des produits	Contrôle visuel	Une fois par jour
8 Stockage	Séparation des produits défectueux	Contrôle visuel	Une fois par jour

Tableau G.7 — Maîtrise de la livraison

Élément du procédé	Contrôles/essais	Méthode	Fréquence minimale
9 Marquage	Marquage correct des produits/ documents	Contrôle visuel	Une fois par jour
10 Chargement	Chargement correct	Contrôle visuel	Une fois par jour

G.10 Contrôle du matériel de laboratoire

Le Tableau G.8 s'applique au contrôle du matériel de laboratoire.

Tableau G.8 — Contrôle du matériel de laboratoire

Matériel	Contrôles/essais	Méthode	Fréquence minimale
1 Matériel de mesurage	Détermination des dimensions	Étalonnage raccordé à l'étalon officiel	Une fois par an
2 Matériel de pesage	Détermination de la masse	Étalonnage raccordé à l'étalon officiel	Une fois par an
3 Dispositif de mesure de la température	Détermination de la température	Étalonnage raccordé à l'étalon officiel	Une fois par an
4 Matériel d'essai de résistance mécanique	Détermination de la charge	Étalonnage raccordé à l'étalon officiel	Une fois par an
5 Dispositif d'essai d'étanchéité	Détermination de la pression	Étalonnage raccordé à l'étalon officiel	Une fois par an

Annexe H

(normative)

Méthodes d'échantillonnage pour le contrôle des produits finis

Le Tableau H.1 s'applique au contrôle des produits finis lorsqu'il est requis conformément à 6.1.

Tableau H.1 — Méthodes d'échantillonnage

Paragraphe	Essai	Essai de type initial	Surveillance continue
4.2.6.1	Absorption d'eau	3 S	1 G/mois
4.3.2	Contrôle visuel de l'aspect de surface	Tous les éléments essayés	Tous les éléments essayés
4.3.3	Caractéristiques géométriques — éléments — profils des assemblages	3 N Voir Tableau H.2	3 Y Voir Tableau H.2
4.3.4	Assemblages et garnitures d'étanchéité	Essai ou calcul dans certains cas particuliers	—
4.3.5	Résistance à l'écrasement	3 S dans le cas du béton non armé et du béton fibré acier 1 S dans le cas du béton armé	Voir Tableau I.2
4.3.6.1	Résistance à la flexion longitudinale	2 S	—
4.3.7	Étanchéité à l'eau : Méthodes 1, 3 et 4 en 4.3.4.2 — élément seul ($t \leq 125$ mm) — chaque type d'assemblage Méthode 2 en 4.3.4.2 — chaque type d'assemblage	3 W Voir Tableau H.2 Voir Tableau H.2	Voir Tableau I.2 Voir Tableau H.2 Voir Tableau I.2
5.2.1	Armatures	1 N	Tous les tuyaux en béton armé qui ont été essayés à la rupture
5.2.2 et 5.3.3	Enrobage	1 N sur chaque tuyau ayant été soumis à l'essai de type selon 5.2.3, ou appareil de mesure de l'enrobage pour les autres éléments	Tous les tuyaux qui ont été essayés selon 5.2.3 et, dans le cas de l'utilisation d'un appareil de mesure de l'enrobage, 2 N/jour
5.3.2.1	Résistance des carottes	1 N	J *)

G est l'essai par groupe ;

J est l'essai pour 500 éléments produits par groupe, avec un minimum de un par mois ;

N est l'essai par type et dimension nominale ;

S est l'essai par type, dimension nominale et classe de résistance ;

W est l'essai par type, dimension nominale et épaisseur de paroi ;

Y est l'essai par type, dimension nominale et classe de résistance, pour 1 000 éléments produits, avec un minimum de un par type et année.

*) J concerne deux carottes du même élément (voir 6.8).

Tableau H.2 — Méthodes d'échantillonnage pour les essais des assemblages

Essais	
1) Déviation angulaire ; et 2) charge de cisaillement, ou : 3) déviation et cisaillement combinés.	
Essais de type initiaux	Surveillance continue (si les méthodes 1, 3 ou 4 ont été utilisées selon 4.3.4.2 pour démontrer la durabilité des assemblages)
Deux paires d'éléments du même groupe : — avec le même profil de garniture ; — avec la même portée effective de l'assemblage une fois l'assemblage réalisé.	Une paire d'éléments du même groupe pour 1 000 produits, avec un minimum de un essai par an : — avec le même profil de garniture ; — avec la même portée effective de l'assemblage une fois l'assemblage réalisé ; ou bien, à la discrétion du fabricant, si l'essai de type initial a été réalisé avec succès pour les tolérances les plus défavorables, il est admis de ne vérifier que les dimensions de l'assemblage et des garnitures d'étanchéité à la fréquence déclarée dans les documents de fabrication, avec un minimum de : — un élément pour 25 éléments produits, pour chaque dimension nominale et chaque type ; — un élément par jour pour chaque dimension nominale et type.

Annexe I

(normative)

Méthodes d'échantillonnage pour le contrôle régulier de l'étanchéité à l'eau (élément seul) et de la résistance à l'écrasement

I.1 Fréquence des contrôles et interprétation des résultats

I.1.1 Fréquence des contrôles

Lorsque le contrôle se fait sur la base d'évaluations individuelles (voir I.4.1), le contrôle renforcé doit toujours être appliqué lors de l'évaluation des résultats d'essais d'écrasement des tuyaux en béton non armé ou fibré acier. Lors de l'évaluation de tous les autres résultats d'essais, les fréquences des contrôles correspondent à trois types de contrôle, de sévérité décroissante comme suit :

- **contrôle renforcé** : il doit être appliqué, prescription par prescription, à l'occasion d'une nouvelle production ou d'un changement de procédé de fabrication ou encore lorsque les règles de passage d'un niveau de contrôle à un autre de l'annexe I.2 s'appliquent ;
- **contrôle normal** : il doit être appliqué, prescription par prescription, aux fréquences prévues, lorsque le procédé spécifique est sous maîtrise ou lorsque les règles de passage de l'annexe I.2 s'appliquent ;
- **contrôle réduit** : une fréquence d'échantillonnage réduite peut être appliquée, prescription par prescription, lorsque les règles de passage de l'annexe I.2 l'autorisent.

Le contrôle de la résistance à l'écrasement des tuyaux en béton non armé se fait normalement à la charge ultime (rupture), F_u . Toutefois, pour un procédé spécifique et à la discrétion du fabricant, ce contrôle peut se faire essentiellement par rapport à la charge d'écrasement minimale, F_n , conformément à l'annexe K.

À la discrétion du fabricant, le contrôle de la résistance à l'écrasement des tuyaux en béton armé doit être soit du niveau « courant », soit du niveau « allégé » spécifié dans le Tableau I.1, et la valeur retenue doit être stipulée dans les documents de fabrication.

I.1.2 Interprétation des résultats

L'acceptabilité des essais réguliers et de la surveillance continue doit être déterminée individuellement ou statistiquement conformément aux dispositions de I.4.

I.2 Mise en œuvre des règles de passage d'un niveau de contrôle à un autre

I.2.1 Passage du contrôle renforcé au contrôle normal

Le contrôle renforcé doit continuer jusqu'à ce que cinq échantillons consécutifs satisfassent les prescriptions concernées, après quoi le contrôle normal peut être mis en œuvre ou repris.

I.2.2 Interruption du contrôle

Si 10 échantillons consécutifs restent soumis au contrôle renforcé, le plan d'échantillonnage doit être suspendu en attendant que des mesures soient prises afin d'améliorer la qualité des produits contrôlés.

I.2.3 Passage du contrôle normal au contrôle réduit

Le contrôle réduit peut être appliqué lorsque le contrôle normal est en vigueur, dans la mesure où les conditions suivantes sont remplies :

- les 10 derniers échantillons se sont avérés conformes à la prescription considérée ; et
- la production est sous maîtrise.

I.2.4 Passage du contrôle réduit au contrôle normal

Lorsque le contrôle réduit est en vigueur, le contrôle normal doit être repris si l'une quelconque des situations suivantes se produit au premier contrôle (c'est-à-dire avant toute non-acceptation éventuelle) :

- la production devient irrégulière ou est retardée ;
- d'autres conditions demandent que le contrôle normal soit repris.

I.2.5 Passage du contrôle normal au contrôle renforcé

Lorsque le contrôle normal est en vigueur, le contrôle renforcé doit être repris si deux échantillons ou plus se sont avérés ne pas être conformes à la prescription considérée, pour cinq essais consécutifs du contrôle normal.

I.3 Contrôle renforcé, normal et réduit

I.3.1 Contrôle renforcé

Le contrôle renforcé correspond à une fréquence d'échantillonnage deux fois plus élevée que celle du contrôle normal.

I.3.2 Contrôle normal

Les échantillons doivent être prélevés et essayés conformément à ce qui suit :

- résistance à l'écrasement :
comme défini dans le Tableau I.1 ;
- étanchéité à l'eau (hydrostatique) :
comme défini dans le Tableau I.2, selon la méthode utilisée en 4.3.4.2 pour démontrer la durabilité des assemblages.

I.3.3 Contrôle réduit

Le contrôle réduit correspond à une fréquence d'échantillonnage deux fois moins élevée que celle du contrôle normal.

Tableau I.1 — Contrôle de la résistance à l'écrasement

Matériau du tuyau	Symbole(s)	Fréquence d'échantillonnage pour l'essai de tuyaux ^{a)} de mêmes dimensions et valeurs de résistance nominales, produites par une machine ou une unité de production spécifiques (contrôle normal)		
		Initialement ou après une interruption de 18 mois ou plus	Globalement ^{b)}	
			Production par semaine ^{c)}	Fréquence d'échantillonnage
1	2	3	4	5
Béton non armé (sans utiliser l'option de l'annexe K)	F_u	Un au démarrage ^{d)} de la production	< 750 tuyaux	Un tuyau pour 500 tuyaux produits, mais au minimum quatre par an
			≥ 750 tuyaux	Un tuyau pour 750 tuyaux produits
Béton non armé (utilisant l'option de l'annexe K)	F_n	—	< 750 tuyaux	Un tuyau pour 500 tuyaux produits, mais au minimum quatre par an
			≥ 750 tuyaux	Un tuyau pour 750 tuyaux produits
	F_u	Un au démarrage ^{d)} de la production	Un tuyau tous les 5 parmi ceux choisis pour F_n mais au minimum un toutes les quatre semaines	

(à suivre)

Tableau I.1 — Contrôle de la résistance à l'écrasement (fin)

Matériau du tuyau	Symbole(s)	Fréquence d'échantillonnage pour l'essai de tuyaux ^{a)} de mêmes dimensions et valeurs de résistance nominales, produites par une machine ou une unité de production spécifiques (contrôle normal)		
		Initialement ou après une interruption de 18 mois ou plus	Globalement ^{b)}	
			Production par semaine ^{c)}	Fréquence d'échantillonnage
1	2	3	4	5
Béton fibré acier	$0,67 F_n + F_u + 0,67 F_n$	Un au démarrage ^{d)} de la production	< 750 tuyaux	Un tuyau pour 500 tuyaux produits, mais au minimum quatre par an
			≥ 750 tuyaux	Un tuyau pour 750 tuyaux produits
Béton armé (contrôle courant)	$F_c = 0,67 F_n$	Un au démarrage ^{d)} de la production	< 250 tuyaux	Un tuyau pour 250 tuyaux produits, mais au minimum deux par an
			$250 \leq \text{tuyaux} < 750$	Un par semaine ^{c)}
			≥ 750 tuyaux	Un tuyau pour 750 tuyaux produits
	F_u	Un au démarrage ^{d)} de la production	Un tuyau tous les 10 parmi ceux choisis pour F_c mais au minimum un par an	
Béton armé (contrôle allégé)	$F_c = 0,8 F_n$	Un au démarrage ^{d)} de la production	< 250 tuyaux	Un tuyau pour 500 tuyaux produits, mais au minimum deux par an
			$250 \leq \text{tuyaux} < 750$	Un tuyau toutes les deux semaines
			≥ 750 tuyaux	Un tuyau pour 1500 tuyaux produits
	$1,2 F_n$	Un au démarrage ^{d)} de la production	Un tuyau tous les 10 parmi ceux choisis pour F_c mais au minimum un par an	

a) Un échantillon signifie un tuyau.

b) Y compris l'échantillon prévu à la colonne 3.

c) Signifie cinq jours consécutifs de production de tuyaux ayant les mêmes dimensions et valeurs de résistance nominales.

d) Signifie à l'exclusion des essais de type initiaux (voir 7.2.2), mais, du fait que tous les échantillons doivent être prélevés de façon aléatoire, (voir 3.1.28), ne s'agit pas nécessairement du premier tuyau en production normale.

NOTE Le résultat d'essai effectif F_a doit être utilisé pour F_c , F_n et F_u selon le cas (voir C.5).

**Tableau I.2 — Contrôle de l'étanchéité à l'eau : hydrostatique (méthodes 1, 2 3 et 5),
assemblage (méthode 2)**

Épaisseur théorique de la paroi (t) mm	Production maximale au cours des jours de production consécutifs précédant l'échantillonnage — cas du contrôle normal pour chaque type, dimension nominale et épaisseur de paroi ^{a)}
$t \leq 40$	≤ 250
$40 < t \leq 100$	≤ 500
$100 < t$	$\leq 1\,000$
<p>a) Si une dimension nominale, un type ou une épaisseur de paroi particuliers n'ont pas été fabriqués au cours d'une période de 60 jours de production consécutifs, il doit être procédé à un échantillonnage lors du redémarrage de la production, sous réserve d'au moins un échantillonnage par an.</p>	

I.3.4 Exemples

Des exemples de la fréquence d'échantillonnage pour le contrôle courant de la résistance à l'écrasement conformément au Tableau I.1 sont donnés dans le Tableau I.3.

Tableau I.3 — Exemples de fréquences d'échantillonnage pour le contrôle de la résistance à l'écrasement (contrôle courant)

Machine ou unité de production spécifique	Matériau du tuyau	Dimension nominale et classe de résistance	Action	Jours de production du nombre cumulé de tuyaux														
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Machine «A»	Béton non armé	DN 300 classe de résistance 165	Tuyaux produits :	250	500	750	1 000	1 250	1 500	1 750	2 000	2 250	2 500	2 750	3 000	3 250	3 500	3 750
			Échantillons prélevés :	1 ¹⁾ >>			< 1 ²⁾	>	< 1 ²⁾	>	< 1 ²⁾	>	< 1 ²⁾	>	< 1 ²⁾	>		
Machine «B»	Béton non armé	DN 600 classe de résistance 135	Tuyaux produits :	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1 000	1 100	1 200	1 300	1 400	1 500
			Échantillons prélevés :	1 ¹⁾ >>					< 1 ³⁾	>	< 1 ³⁾	>	< 1 ³⁾	>	< 1 ³⁾	>		
Machine «C»	Béton non armé	WN/HN 400/600 classe de résistance 135	Tuyaux produits :	100	200	300	400	500 ⁴⁾						600 ⁴⁾	700	800	900	1 000
			Échantillons prélevés :	1 ¹⁾ >>										< 1 ³⁾	>			
	Béton fibré acier	DN 800 classe de résistance 110	Tuyaux produits :						100	200	300	400	500 ⁵⁾					
			Échantillons prélevés :						1 ¹⁾ >>									
Machine «D»	Béton armé	DN 600 classe de résistance 135	Tuyaux produits :	250	500	750	1 000	1 250	1 500	1 750	2 000	2 250	2 500	2 750	3 000	3 250	3 500	3 750
			Échantillons prélevés (F_C) :	1 ¹⁾ >>			< 1 ⁶⁾	>	< 1 ⁶⁾	>	< 1 ⁶⁾	>	< 1 ⁶⁾	>	< 1 ⁶⁾	>		
			Échantillons prélevés (F_U) :	1 ¹⁾ >>														
Machine «E»	Béton armé	DN 1200 classe de résistance 110	Tuyaux produits :	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1 000	1 100	1 200	1 300	1 400	1 500
			Échantillons prélevés (F_P) :	1 ¹⁾ >>					< 1 ⁷⁾	>	< 1 ⁷⁾	>	< 1 ⁷⁾	>	< 1 ⁷⁾	>		
			Échantillons prélevés (F_U) :	1 ¹⁾ >>														
Unité de production «F»	Béton armé	DN 1500 classe de résistance 110	Tuyaux produits :	50	100	150	200	250 ⁴⁾						300 ⁴⁾	350	400	450	500
			Échantillons prélevés (F_P) :	1 ¹⁾ >>										< 1 ⁸⁾	>			
			Échantillons prélevés (F_U) :	1 ¹⁾ >>														
		DN 1600 classe de résistance 90	Tuyaux produits :						30	60	90	120	150 ⁹⁾					
			Échantillons prélevés (F_P) :						1 ¹⁾ >>									
Unité de production «G»	Fonçage en béton armé	DN 1600 classe de résistance 90	Échantillons prélevés (F_U) :						1 ¹⁾ >>									

1) voir colonne 3 du Tableau I.1 ;

2) voir colonnes 4 et 5 du Tableau I.1 pour plus de 750 tuyaux en béton non armé produits par semaine ;

3) voir colonnes 4 et 5 du Tableau I.1 pour moins de 750 tuyaux en béton non armé produits par semaine ;

4) production de jours consécutifs ;

5) moins de 750 tuyaux en béton fibré acier produits par semaine, de sorte que l'échantillon prélevé au démarrage de la production constitue celui prescrit (voir colonnes 4 et 5 du Tableau I.1) ;

6) voir colonnes 4 et 5 du Tableau I.1 pour plus de 750 tuyaux en béton armé produits par semaine ;

7) voir colonnes 4 et 5 du Tableau I.1 pour entre 250 et 750 tuyaux en béton armé produits par semaine ;

8) 250 tuyaux en béton armé produits durant la semaine, de sorte que l'échantillon prélevé au démarrage de la production constitue celui prescrit (voir colonnes 4 et 5 du Tableau I.1) ;

9) voir colonnes 4 et 5 du Tableau I.1 pour moins de 250 tuyaux en béton armé produits par semaine.

I.4 Détermination de l'acceptation

I.4.1 Contrôle sur la base d'évaluations individuelles

I.4.1.1 Application

Le contrôle sur la base d'évaluations individuelles doit être appliqué, pour tous les échantillons, aux résultats des essais hydrostatique et de résistance à l'écrasement, à l'exception des résultats des essais à la charge ultime (rupture) sur les tuyaux en béton non armé et en béton fibré acier satisfaisant aux conditions requises pour une évaluation statistique (voir I.4.2.2).

I.4.1.2 Mode opératoire

Chaque résultat d'essai (F_a , F_c , F_n , F_u selon ce qui convient pour la résistance à l'écrasement) est comparé à la prescription correspondante de la présente norme européenne.

La prescription relative à la charge ultime (rupture) F_u est :

$$F_u > F_n$$

où :

F_n est la charge minimale à l'essai d'écrasement.

Le mode opératoire pour la charge ultime (rupture) F_u (à l'exclusion du contrôle des tuyaux non armés utilisant l'option de l'annexe K et du contrôle allégé des tuyaux armés) est visualisé par le diagramme de la Figure I.1.

Le mode opératoire pour le contrôle allégé des tuyaux armés est visualisé par le diagramme de la Figure I.2.

I.4.1.3 Critères d'acceptation

Si le résultat est conforme à la prescription de I.4.1.2, la production correspondante doit être acceptée.

Si le résultat d'un essai hydrostatique ou d'un essai de résistance à l'écrasement autre qu'un essai à la charge ultime (rupture) n'est pas conforme à la prescription, un échantillon constitué de deux tuyaux supplémentaires de la même production doit être à son tour soumis à l'essai. Si les deux résultats de ce second échantillon sont conformes, la production correspondante doit être acceptée, à l'exception des défectueux. Si l'un des résultats ou les deux résultats de ce second échantillon ne sont pas conformes, on doit déterminer la part de la production correspondante concernée et cette part doit être rejetée.

Si un résultat d'essai à la charge ultime (rupture) n'est pas conforme à la prescription, les clauses ci-après s'appliquent :

- si $F_u \geq 0,95 F_n$, un échantillon constitué de deux tuyaux supplémentaires de la même production doit être soumis à l'essai et l'acceptation déterminée sur la base d'une évaluation statistique (voir I.4.2.4) de l'ensemble des résultats de ce second échantillon et du résultat non conforme ;
- si $F_u < 0,95 F_n$, la production correspondante doit être rejetée.

Si le résultat d'un essai sur un tuyau armé essayé par rapport à $1,2 F_n$ dans le cadre d'un contrôle allégé n'est pas conforme à l'exigence (c'est à dire qu'il y a rupture du tuyau), la détermination de l'acceptabilité doit être comme indiqué ci-dessus, sauf que le résultat d'essai F_a doit être comparé à $1,14 F_n$ (au lieu de $0,95 F_n$) et $1,2 F_n$ doit être utilisé (au lieu de F_n) pour déterminer la limite inférieure de la statistique de qualité, Q (voir I.4.2.4.2).

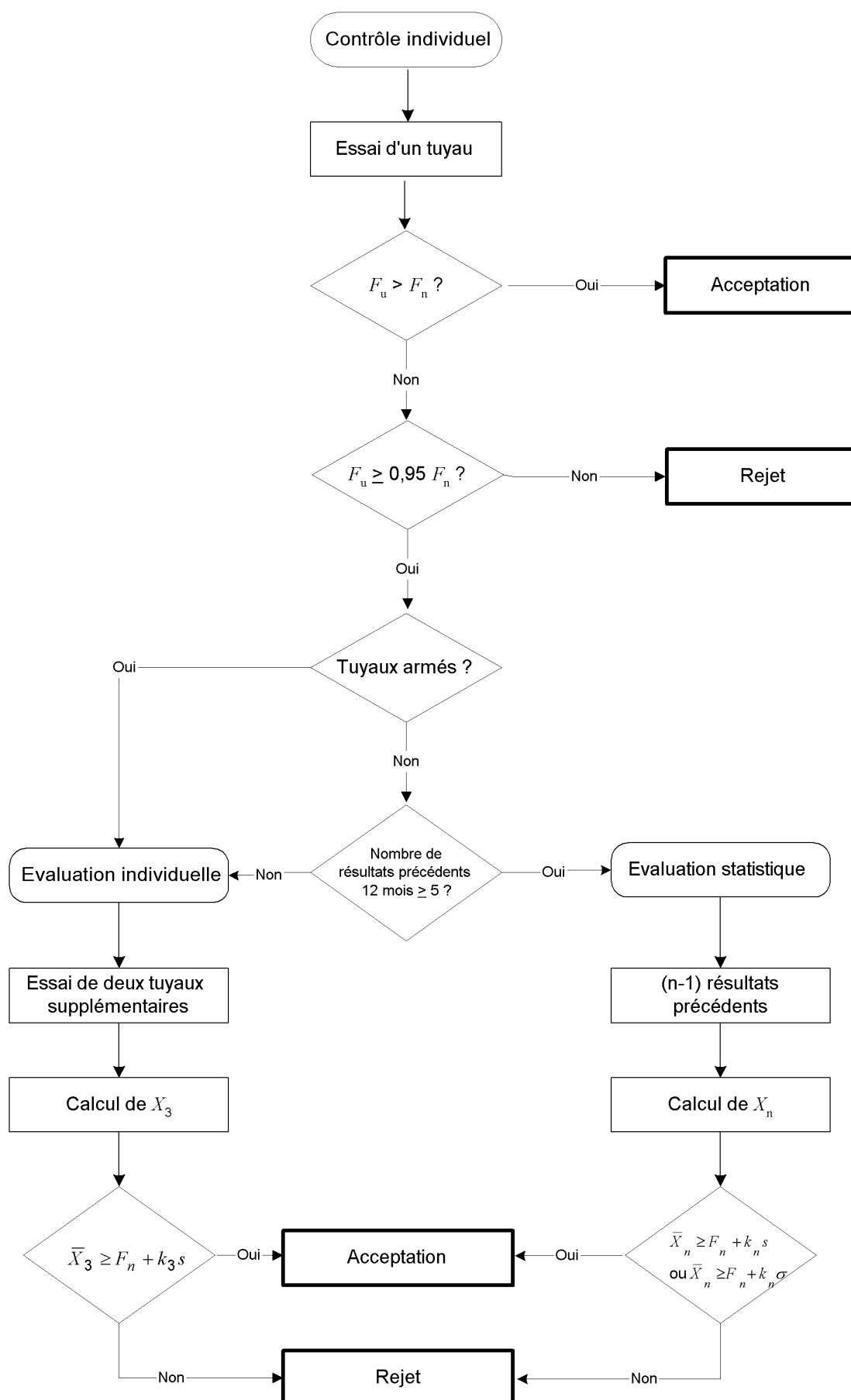


Figure I.1 — Logigramme du contrôle de la charge ultime (rupture) sur la base d'évaluations individuelles
(à l'exclusion du contrôle des tuyaux non armés selon l'option de l'annexe K et du contrôle allégé des tuyaux armés)

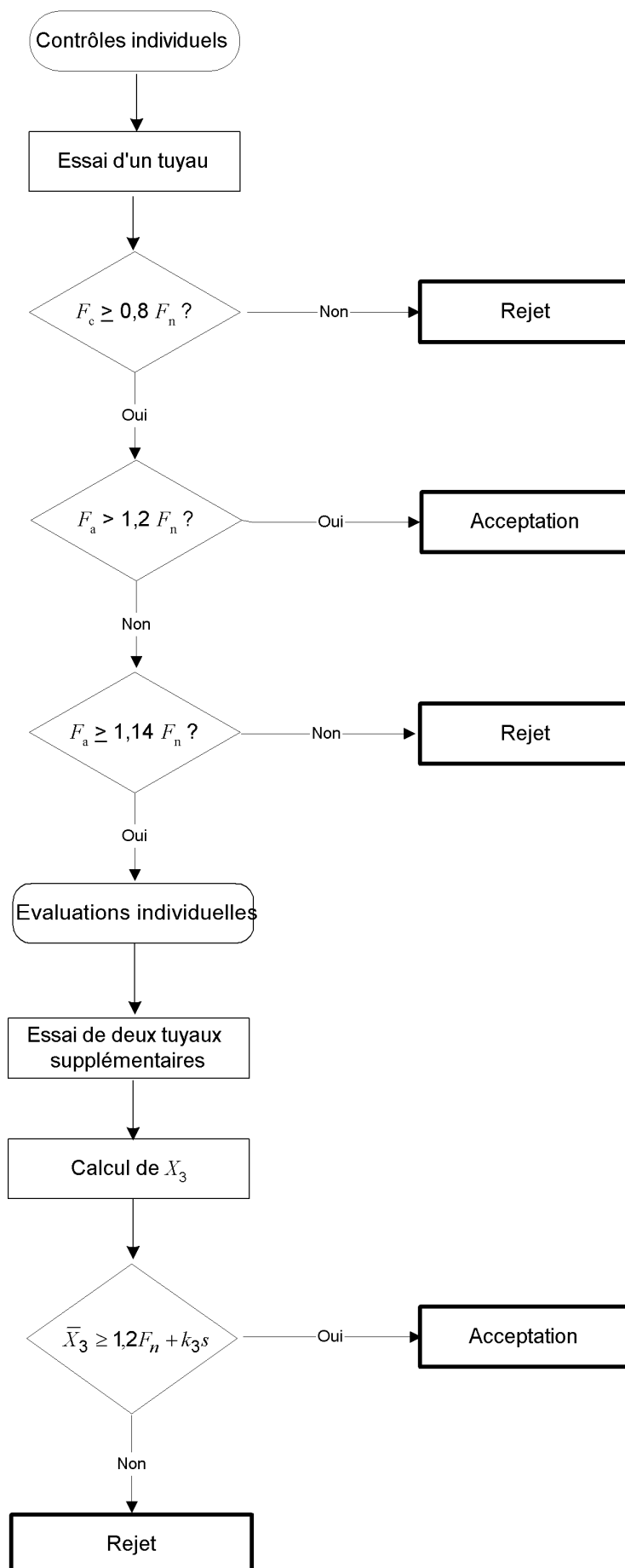


Figure I.2 — Logigramme du contrôle allégé des tuyaux armés sur la base d'évaluations individuelles

I.4.2 Contrôle de la résistance à l'écrasement sur la base d'une évaluation statistique

I.4.2.1 Application

Le contrôle de la résistance à l'écrasement sur la base d'une évaluation statistique doit être appliqué aux résultats d'essai à la charge ultime (rupture) F_u concernant les tuyaux en béton non armé ou en béton fibré acier satisfaisant aux conditions indiquées ci-après et, tandis qu'il est appliqué, il doit être établi que le procédé spécifique de fabrication des échantillons a atteint et demeure dans un état de maîtrise statistique.

I.4.2.2 Conditions nécessaires

Le contrôle sur la base d'une évaluation statistique doit être appliqué lorsque cinq résultats d'essai d'écrasement consécutifs sur des échantillons issus du même procédé spécifique sont conformes aux prescriptions de la présente norme européenne et qu'ils peuvent être considérés comme suivant une loi normale.

Le contrôle sur la base d'évaluations individuelles (voir I.4.1) doit être appliqué si le nombre de résultats d'essais réguliers d'écrasement obtenus sur des échantillons issus du même procédé spécifique est inférieur à cinq par an ou si les résultats de l'essai sont considérés ne pas suivre une loi normale.

I.4.2.3 Mode opératoire

Effectuer le contrôle sur un ensemble de n résultats consécutifs d'essais réguliers d'écrasement obtenus sur des échantillons issus du même procédé spécifique, n étant un nombre fixé choisi par le fabricant et tel que $3 \leq n \leq 15$. Le premier ensemble doit être composé des trois derniers résultats conformes aux prescriptions de la présente norme européenne.

Tant que le nombre de résultats d'essai est inférieur à n , le contrôle doit être poursuivi sur la base d'ensembles successifs, obtenus en ajoutant les nouveaux résultats à l'ensemble existant.

Lorsque le nombre de résultats d'essai disponibles dépasse n , les ensembles utilisés par la suite doivent être des ensembles successifs de n résultats, obtenus en substituant aux plus anciens les résultats les plus récents.

Après chaque modification des paramètres de production ou d'essai susceptible de perturber le caractère normal de la distribution des résultats, un nouvel ensemble doit être constitué à partir des résultats obtenus après la modification.

I.4.2.4 Critères d'acceptation

I.4.2.4.1 Généralités

La production doit être acceptée si les résultats d'essai satisfont :

— individuellement $F_u \geq 0,95 F_n$

où :

F_u est la charge ultime (rupture) ; et

F_n est la charge minimale à l'essai d'écrasement ;

et :

— statistiquement : I.4.2.4.2 ou I.4.2.4.3.

Si l'une ou l'autre condition n'est pas satisfaite, on doit établir la part de la production correspondante concernée et cette part doit être rejetée.

I.4.2.4.2 Détermination de l'acceptation lorsque l'écart-type n'est pas connu

On considère la valeur mesurée x de la charge ultime (rupture) F_u des n derniers échantillons consécutifs.

On calcule la valeur moyenne \bar{x} et l'écart-type s correspondant à ces n valeurs.

On calcule la limite inférieure de statistique de qualité Q correspondant à la limite inférieure spécifiée :

$$Q = (\bar{x} - F_n) / s$$

où :

F_n est la limite inférieure de spécification pour la charge minimale à l'essai d'écrasement.

On compare ensuite la statistique de qualité à la constante d'acceptabilité k obtenue dans la colonne appropriée du Tableau I.4. L'interpolation pour les valeurs intermédiaires de n est admise.

Tableau I.4 — Constante d'acceptabilité ¹⁾, écart-type inconnu

Nombre d'échantillons n	Constante d'acceptabilité k		
	Contrôle renforcé	Contrôle normal	Contrôle réduit
3	1,12	0,958	0,765
4	1,17	1,01	0,814
5	1,24	1,07	0,874
7	1,33	1,15	0,955
10	1,41	1,23	1,03
15	1,47	1,30	1,09

Pour qu'il y ait acceptation, la statistique de qualité correspondant à la limite inférieure spécifiée doit être supérieure ou égale à la constante d'acceptabilité.

I.4.2.4.3 Détermination de l'acceptation lorsque l'écart-type est connu

La façon de procéder est la même qu'indiqué en I.4.2.4.2 lorsque l'écart-type n'est pas connu, mais l'écart-type utilisé σ est déterminé sur la base de valeurs de la charge ultime (rupture) F_u mesurées pour au moins 15 échantillons consécutifs obtenus au cours des 12 derniers mois maximum ; l'écart-type doit en outre être régulièrement vérifié. La constante d'acceptabilité k est obtenue de la colonne appropriée du Tableau I.5. L'interpolation pour les valeurs intermédiaires de n est admise.

Tableau I.5 — Constante d'acceptabilité ¹⁾, écart-type connu

Nombre d'échantillons n	Constante d'acceptabilité k		
	Contrôle renforcé	Contrôle normal	Contrôle réduit
3	1,17	1,01	0,76
4	1,23	1,11	0,83
5	1,39	1,20	0,92
7	1,45	1,25	1,02
10	1,50	1,31	1,08
15	1,56	1,36	1,13

1) Adapté de l'ISO 3951.

Annexe J

(normative)

Tâches relevant de l'organisme de certification de produits

J.1 Inspection initiale de l'usine et du contrôle de la production en usine

L'inspection initiale de l'usine doit établir si les conditions requises par l'annexe G — en termes de personnel et d'équipement — afin d'assurer une fabrication continue et méthodique des éléments et le contrôle de la production en usine sont bien satisfaites.

Tous les faits importants de l'inspection initiale, notamment le système de contrôle de la production pratiqué par le fabricant et l'évaluation du caractère satisfaisant du système doivent être consignés dans un rapport.

J.2 Évaluation et acceptation des essais de type initiaux

Lorsque la production d'une usine n'a pas encore été certifiée conforme à la présente norme européenne, et lorsqu'il s'agit d'évaluer et d'accepter les essais de type initiaux, l'organisme de certification doit assister aux essais relatifs à chacune des spécifications de la présente norme pour chaque groupe de dimensions nominales.

Lorsque la production d'une usine est déjà certifiée conforme à la présente norme européenne, et lorsqu'il s'agit d'évaluer et d'approuver les essais de type initiaux pour un nouveau produit ou des produits provenant d'une nouvelle installation de production, l'organisme de certification doit être informé par le fabricant au moins sept jours avant que ces produits ne soient fournis.

J.3 Surveillance périodique, évaluation et acceptation du contrôle de la production en usine

L'objectif principal de l'organisme de certification est de vérifier si les conditions de l'annexe G prescrites pour la fabrication et le système de contrôle de la production en usine sont bien maintenues.

L'organisme de certification doit mettre en œuvre un programme de contrôle tel que toutes les prescriptions applicables de l'annexe G soient contrôlées périodiquement, avec une fréquence d'au moins deux fois par an.

L'organisme de certification doit, dans le cadre du contrôle périodique, examiner les résultats du contrôle de la production opéré par le fabricant afin de s'assurer que les essais réguliers requis ont été effectués à la fréquence spécifiée et que les actions adéquates, y compris l'étalonnage et la maintenance du matériel d'essai, ont été entreprises. La conformité aux prescriptions relatives au marquage doit également être vérifiée.

Les résultats des contrôles périodiques doivent être consignés dans les enregistrements des contrôles.

J.4 Essais par sondages d'échantillons prélevés en usine

Le contrôle de la production en usine étant la base de la certification de produits, l'objectif des essais par sondages d'échantillons doit être de vérifier la fiabilité des résultats de ce contrôle et non de décider de la conformité ou de la non-conformité des éléments fabriqués.

Les essais par sondages d'échantillons doivent être effectués sur des éléments déclarés conformes à la présente norme européenne. Là où le matériel d'essai du fabricant est étalonné ou vérifié, les essais doivent normalement être effectués en utilisant ce matériel.

Les essais par sondage doivent être effectués de façon à assurer qu'une gamme représentative de dimensions nominales et de classes de résistance des éléments soit essayée au cours de chaque période de trois ans.

J.5 Système qualité

Lorsque le fabricant se propose d'établir un système de qualité certifié (par exemple conforme à l'EN ISO 9001), celui-ci, avant d'être appliqué, doit avoir été vérifié et accepté par l'organisme agréé de certification de produits.

Annexe K

(normative)

Mode opératoire pour les tuyaux en béton non armé lorsque la surveillance continue (contrôle régulier) de la résistance à l'écrasement se rapporte essentiellement à la charge minimale d'écrasement

À la discrétion du fabricant, il est admis de procéder à la surveillance continue (contrôle régulier) de la résistance à l'écrasement des tuyaux en béton non armé pour un procédé particulier en effectuant essentiellement les essais par rapport à la charge d'écrasement minimale, F_n , conformément au mode opératoire suivant à condition que :

- les tuyaux soient circulaires ou circulaires avec une base dont l'épaisseur théorique au niveau du radier soit identique à l'épaisseur théorique de la paroi à la clé du tuyau
- l'essai soit réalisé conformément aux dispositions représentées aux Figures C.2a, C.2c ou C.3a ;
- un mode opératoire séparé soit appliqué pour les éléments de même dimension nominale, de même section et de même classe de résistance, produits avec une machine particulière ou par une unité de production spécifique ;
- tous les aspects du mode opératoire soient consignés dans les documents de fabrication.

NOTE Pour le contrôle de la résistance à l'écrasement sur la base d'évaluations individuelles, voir I.4.1.

Étape 1 : Dès le début de la production, contrôler la résistance à l'écrasement dans des conditions de contrôle renforcé (voir I.1.1) en appliquant la charge ultime (rupture) F_u conformément au Tableau I.1 pour les «Tuyaux en béton non armé (sans utiliser l'option de l'annexe K)».

Étape 2 : Poursuivre le contrôle jusqu'à ce qu'un ensemble de n résultats consécutifs d'essais réguliers d'écrasement soit obtenu sur des échantillons, n étant un nombre fixe choisi par le fabricant et s'appliquant à des résultats vieux de moins de 12 mois et tel que $5 \leq n \leq 15$.

Étape 3 : Calculer la contrainte à la traction par flexion, f_{bt} , pour chacun des n tuyaux à l'aide de la formule suivante :

$$f_{bt} = (6 \times F_u \times r_m) / (\pi \times t_{act}^2)$$

où :

f_{bt} est la contrainte à la traction par flexion, en mégapascals (newtons par millimètre carré) ;

F_u est la charge ultime (rupture), en kilonewtons par mètre ;

r_m est le rayon moyen du tuyau, en millimètres ;

t_{act} est l'épaisseur de paroi moyenne mesurée à la clé du tuyau, en millimètres.

Étape 4 : Calculer la valeur caractéristique de la contrainte à la traction par flexion, f_{ch} , à partir de n résultats, puis choisir une contrainte à la traction par flexion théorique f_{des} inférieure ou égale à la valeur caractéristique f_{ch} .

Étape 5 : Calculer la contrainte à la traction par flexion f_{bt} dans la section transversale de l'élément en utilisant la formule suivante :

$$f_{bt} = (6 \times F_n \times r_m) / (\pi \times t_{min}^2)$$

où :

f_{bt} est la contrainte à la traction par flexion en mégapascals (newtons par millimètre carré) ;

F_n est la charge d'écrasement minimale, en kilonewtons par mètre ;

r_m est le rayon moyen du tuyau théorique, en millimètres ;

t_{min} est l'épaisseur de paroi minimale admise sur la clé du tuyau, en millimètres.

Si la contrainte à la traction par flexion, f_{bt} , ne dépasse pas la contrainte à la traction par flexion théorique, f_{des} , vérifier la section théorique du tuyau.

Étape 6 : Après vérification de la section théorique du tuyau, démarrer la surveillance continue (contrôle régulier) conformément au Tableau I.1 pour les «Tuyaux en béton non armé (utilisant l'option de l'annexe K)».

Étape 7 : À l'aide de la formule de l'Étape 3, calculer la contrainte à la traction par flexion, f_{bt} , dans le béton du tuyau suivant soumis à la charge ultime (rupture) F_u et substituer ce résultat au plus ancien des n résultats.

Étape 8 : Déterminer l'acceptabilité comme suit :

Prendre en compte la valeur mesurée x de la contrainte à la traction par flexion à la charge ultime (rupture) F_u obtenue pour les n derniers échantillons consécutifs.

Calculer la valeur moyenne \bar{x} et l'écart-type s correspondant à ces n valeurs.

Calculer la statistique de qualité pour la limite inférieure, Q , correspondant à la limite inférieure spécifiée :

$$Q = (\bar{x} - f_{des}) / s$$

où :

f_{des} est la limite inférieure de spécification pour la contrainte à la traction par flexion,

puis comparer la statistique de qualité à la constante d'acceptabilité k obtenue dans la colonne appropriée du Tableau I.4. Pour les valeurs intermédiaires de n , l'interpolation est admise.

Pour qu'il y ait acceptation, la statistique de qualité correspondant à la limite inférieure spécifiée doit être supérieure ou égale à la constante d'acceptabilité.

Étape 9 : Si l'acceptabilité se vérifie, répéter les Étapes 7 et 8 pour chaque essai consécutif à la charge ultime (rupture) F_u , sinon retourner à l'Étape 1.

Annexe ZA

(informative)

Articles de la présente Norme européenne concernant les exigences essentielles ou d'autres dispositions des Directives de l'UE

ZA.1 Domaine d'application et caractéristiques concernées

La présente Norme européenne a été élaborée dans le cadre du Mandat M/131 «Tuyaux, réservoirs et accessoires n'entrant pas en contact avec l'eau destinée à la consommation humaine» donné au CEN par la Commission Européenne et l'Association Européenne de Libre Echange.

Les articles de la Norme européenne indiquée dans cette annexe satisfont aux exigences du mandat donné dans le cadre de la Directive sur les produits de construction (89/106/CEE) de l'Union Européenne.

La conformité à ces articles confère une présomption d'aptitude à l'emploi visé pour le produit de construction couvert par cette Norme européenne ; référence doit être faite aux informations accompagnant le marquage CE.

AVERTISSEMENT D'autres exigences et d'autres Directives EU n'affectant pas l'aptitude à l'emploi visé peuvent être applicables aux produits de construction relevant du domaine d'application de la présente Norme européenne.

NOTE Outre les articles particuliers concernant les substances dangereuses contenues dans la présente norme, d'autres exigences peuvent être applicables aux produits entrant dans ce domaine d'application (par exemple législation européenne et lois nationales transposées, règlements et dispositions administratives). Afin de répondre aux dispositions de la Directive européenne sur les produits de construction, ces exigences doivent également être respectées lorsque et quand et s'ils sont applicables. *Note : une base de données informative des dispositions européennes et nationales sur les substances dangereuses est disponible sur le site Web EUROPA (CREATE, accessible à l'adresse <http://europa.eu.int/comm/enterprise/construction/internal/hygiende.htm>).*

Cette annexe a le même domaine d'application que l'article 1 de la présente Norme européenne en ce qui concerne les produits couverts. Elle établit les conditions du marquage CE pour les tuyaux et pièces complémentaires préfabriqués en béton pour l'usage indiqué ci-après et indique les articles correspondants applicables (voir Tableau ZA.1).

Produit(s) de construction : Tuyaux et pièces complémentaires préfabriqués en béton non armé, béton fibré acier et béton armé, à assemblages souples.

Usage(s) prévu(s) : Transport des eaux usées, des eaux pluviales et des eaux de surface par écoulement gravitaire ou occasionnellement sous faible pression, dans des canalisations généralement enterrées.

Tableau ZA.1 — Articles pertinents

Caractéristique essentielles	Articles de la présente norme européenne	Niveau(x) ou classe(s)	Remarques
Tolérances dimensionnelles concernant les assemblages	4.3.3.2 et 4.3.4.1	Aucun	Les tolérances maximales admissibles, exprimées en mm, doivent être prises en compte
Résistance à l'écrasement	4.3.5, 5.3.2 et 5.3.4	Aucun	Bien que la charge minimale à l'essai d'écrasement soit exprimée en kN/m, la résistance à l'écrasement est exprimée à l'aide de la classe de résistance correspondante ; dans le cas des tuyaux de fonçage, la valeur caractéristique de la résistance à la compression du béton est exprimée en MPa (N/mm ²) et la force de poussée théorique admissible en MN
Résistance à la flexion longitudinale	4.3.6	Aucun	Convient pour les tuyaux circulaires \leq DN 250, avec une longueur intérieure de fût \leq 6 fois leur diamètre extérieur ; pour ces dimensions mais avec d'autres longueurs, résistance supérieure ou égale à une valeur prescrite du moment fléchissant résistant en kN.m
Étanchéité à l'eau	4.3.7	Aucun	La caractéristique est démontrée par l'absence de fuite ou d'autres défauts visibles au cours de l'essai
Durabilité	4.3.9 et 5.3.1.2	Aucun	Les exigences de durabilité sont détaillées en 4.3.9, qui comporte des renvois aux paragraphes concernés.

ZA.2 Procédure(s) d'attestation de conformité des tuyaux et pièces complémentaires préfabriquées en béton

ZA.2.1 Système d'attestation de la conformité

Le système d'attestation de la conformité de tuyaux et pièces complémentaires préfabriquées en béton indiqué dans le Tableau ZA.1, conformément à l'annexe III du Mandat, est indiqué au Tableau ZA.2 pour les usages prévus et les niveaux et classes pertinents.

Tableau ZA.2 — Attestation de la conformité

Produit(s)	Usage(s) prévu(s)	Niveau(x) ou classe(s)	Système(s) d'attestation de la conformité
Tuyaux ; pièces complémentaires et assemblages	dans les installations destinées au transport/à l'évacuation/au stockage d'eau non destinée à la consommation humaine	—	4
Système 4 : voir Directive 89/106/CEE (DPC) annexe III.2(ii), troisième possibilité.			

L'attestation de la conformité des tuyaux préfabriqués en béton, pièces complémentaires et assemblages figurant dans le Tableau Z.A.1 doit être conforme aux procédures d'évaluation de la conformité indiquées dans le Tableau ZA.3 résultant de l'application des articles de la présente Norme européenne qui y sont indiqués.

Tableau ZA.3 — Attribution des tâches d'évaluation de la conformité

Tâches		Contenu de la tâche	Articles à appliquer pour l'évaluation de la conformité
Tâches pour le fabricant	Contrôle de la production d'usine (CPU)	Paramètres relatifs à toutes les caractéristiques du Tableau ZA.1 pertinent pour l'usage prévu	7.2.3
	Essai de type initial	Toutes les caractéristiques du Tableau ZA.1 pertinentes pour l'utilisation prévue	7.2.2

ZA.2.2 Déclaration de conformité

Lorsque la conformité à la présente annexe est réalisée, le fabricant ou son agent établi dans la Zone économique européenne (CEE), doit préparer et conserver une déclaration de conformité qui autorise le fabricant à apposer le marquage CE. Cette déclaration doit comprendre :

- le nom et l'adresse du fabricant ou de son représentant autorisé établi dans la CEE et l'emplacement de production ;
- la description du produit (type, identification, utilisation, ...), et un exemplaire de l'information accompagnant le marquage CE ;
- les dispositions auxquelles le produit est conforme (par exemple annexe ZA de la présente Norme européenne) ;
- les conditions particulières applicables à l'usage du produit (par exemple dispositions pour l'emploi dans certaines conditions, etc.) ;
- le nom ou la position détenue par la personne autorisée à signer la déclaration au nom du fabricant ou de son représentant autorisé.

La déclaration ci-dessus doit être présentée dans la ou les langues officielles de l'Etat membre dans lequel le produit est destiné à être utilisé.

ZA.3 Marquage CE

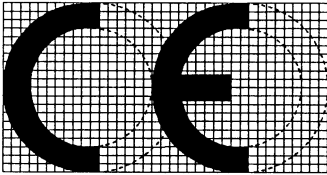
Le fabricant ou son représentant autorisé établi dans la CEE est responsable de l'apposition du marquage CE. Le symbole du marquage CE doit être conforme à la Directive 93/68/CEE et doit apparaître sur les documents commerciaux d'accompagnement (par exemple le bon de livraison). Il peut également apparaître sur une étiquette apposée sur au moins un élément de tout colisage ou sur tout emballage. Les informations suivantes doivent accompagner le symbole de marquage CE sur l'étiquette ou l'emballage :

- a) les deux derniers chiffres de l'année du marquage CE ;
- b) le numéro de la présente norme (EN 1916) ;
- c) l'information requise par l'article 8, à l'exclusion de c) et e).

Les caractéristiques suivantes doivent accompagner l'information ci-dessus sur les documents commerciaux :

- d) usage prévu ;
- e) la résistance à l'écrasement des tuyaux et pièces complémentaires sauf lorsque requis par l'article 8 classe de résistance ; pour les tuyaux de fonçage, également la résistance caractéristique à la compression du béton, en mégapascals (newtons par millimètres carrés) et la charge théorique de fonçage, en méganewtons ;
- f) la résistance à la flexion longitudinale, l'adéquation dimensionnelle ou la résistance, en kilonewtons mètre ;
- g) l'étanchéité des tuyaux, pièces complémentaires et assemblages — aucune fuite à une pression d'essai hydrostatique interne de 50 kPa (0,5 bar) ;
- h) durabilité — conditions d'emploi adaptées à l'usage prévu ; conditions normales ou plus sévères comme indiqué ;
- i) durabilité des assemblages — méthode selon 4.3.4.2.

La Figure ZA.1 donne des exemples de l'information à fournir sur les documents commerciaux.


<p style="text-align: center;">AnyCo Ltd, P.O.Box 21, B-1050 00</p>
<p>EN 1916:2002</p> <p>Tuyau préfabriqué en béton non armé pour le transport des eaux usées, eaux pluviales et eaux de surface dans des canalisations généralement enterrées.</p> <p>Étanchéité à l'eau : pas de fuite de l'assemblage ou du tuyau pour une pression interne de 50 kPa (0,5 bar).</p> <p>Résistance à l'écrasement : classe de résistance 90.</p> <p>Résistance à la flexion longitudinale : adéquation dimensionnelle.</p> <p>Durabilité : adéquation pour des conditions normales de service.</p> <p>Durabilité des assemblages : démontrée selon la Méthode 1.</p>

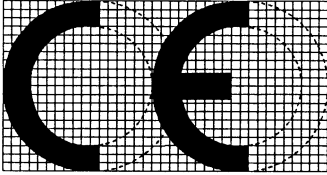

<p style="text-align: center;">AnyCo Ltd, P.O.Box 21, B-1050 00</p>
<p>EN 1916:2002</p> <p>Tuyau de fonçage préfabriqué en béton armé pour le transport des eaux usées, eaux pluviales et eaux de surface, dans des canalisations généralement enterrées.</p> <p>Étanchéité à l'eau : pas de fuite de l'assemblage ou du tuyau pour une pression interne de 50 kPa (0,5 bar).</p> <p>Résistance à l'écrasement : classe de résistance 135, valeur caractéristique de la résistance à la compression du béton $\geq 40 \text{ MPa (N/mm}^2\text{)}$ et force de poussée théorique admissible 15 MN.</p> <p>Résistance à la flexion longitudinale : adéquation dimensionnelle.</p> <p>Durabilité : adéquation pour des conditions normales de service.</p> <p>Durabilité des assemblages : démontrée selon la Méthode 2.</p>

Figure ZA.1 — Exemples de marquage d'information CE

Outre toute information particulière relative aux substances dangereuses indiquées ci-dessus, il convient que le produit soit également accompagné si et lorsque nécessaire et dans la forme appropriée, par une documentation dressant la liste de toute autre législation sur les substances dangereuses pour laquelle une conformité est requise ainsi que toute information requise par ladite législation. *Note : la législation européenne sans dérogation nationale n'a pas besoin d'être mentionnée.*

Bibliographie

- [1] EN 45011, *Exigences générales relatives aux organismes procédant à la certification de produits* (Guide ISO/CEI 65:1996).
- [2] EN 45012, *Exigences générales relatives aux organismes gérant l'évaluation et la certification/enregistrement des systèmes qualité* (Guide ISO/CEI 62:1996).
- [3] EN ISO 9001, *Systèmes de management de la qualité — Exigences* (ISO 9001:2000).
- [4] ISO 3951, *Règles et tables d'échantillonnage pour les contrôles par mesures des pourcentages de non conformes*.
- [5] ISO 12491, *Méthodes statistiques de contrôle de la qualité des matériaux et éléments de construction*.